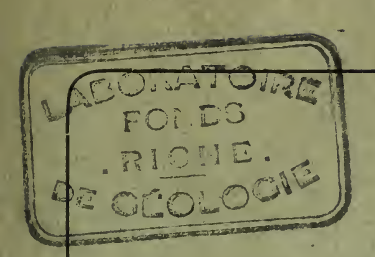
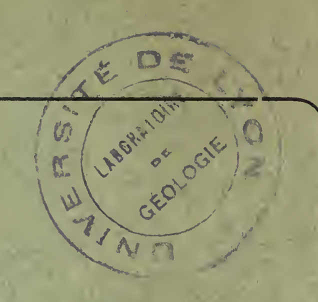




LES LACS DU JURA

PAR

ANT. MAGNIN

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON

N° 1

I. GÉNÉRALITÉS SUR LA LIMNOLOGIE JURASSIENNE

(Avec 1 carte et 17 figures dans le texte)

LYON
H. GEORG, LIBRAIRE ÉDITEUR
Passage de l'Hôtel-Dieu

PARIS
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEUR
19, rue Hautefeuille, 19

1895

à Monsieur A. Riche
souvenir affectueux
AM.

LES LACS DU JURA

ex Mémoires de la
Société d'Emulation du Doubs,
6e série, volume 8, année 1893:
pages 265 à 357.

DU MÊME AUTEUR :

Miscellannées mycologiques; les Urédinées; broch. in-8, Lyon, 1873.
Etudes sur la flore des marais tourbeux du Lyonnais; broch. in-8, 1875.
Recherches géologiques, botaniques et statistiques sur l'impaludisme dans la Dombes et le miasme paludien; 1 vol. in-8, 120 p., 8 tabl., 1 pl., Paris, 1876.
Etude sur les Lichens des vallées de l'Ubaye; broch. in-8, 1877.
Les Bactéries, monographie; 1 vol. in-8, 179 p., Paris, Savy, 1878.
Recherches sur la Géographie botanique du Lyonnais; gr. in-8, 150 p., 2 pl. color., Paris, J-B. Baillière, 1879.
Bacteria, translated by G. M. Sternberg: Boston, in-8, 1880.
Origines de la végétation du Lyonnais; broch. in-8, 28 p., Lyon, Pitrat, 1882.
Fragments lichénologiques, fasc. I-III, 68 p., Lyon, 1881-1884.
Statistique botanique du département de l'Ain; in-12, 68 p., Bourg, 1883.
Bacteria by Dr A. Magnin and G. M. Sternberg; in-12, 494 p., 12 pl., 30 fig., New-York, 1884.
Claret de la Tourrette, ses travaux sur les Lichens du Lyonnais; 1 vol. gr. in-8, 236 p., 2 pl.; Lyon, Georg et J.-B. Baillière, 1885.
La végétation de la région lyonnaise et de la partie moyenne du bassin du Rhône; 1 vol. gr. in-8, 513 p., 7 cartes color.; Lyon, Georg, 1886.
Note sur la présence des plantes calcifuges dans les chaînes calcaires du Jura. (*Académie des sciences,* 20 décembre 1886.)
Enumération des plantes qui croissent dans le Beaujolais, précédée d'une notice sur Vaivolet; 1 vol. in-8, 124 p., Lyon, Georg, 1887.
Sur l'hermaphrodisme parasitaire et le polymorphisme floral du *Lychnis dioica.* (*Académie des sciences,* 22 octobre et 26 novembre 1888.)
Recherches sur le polymorphisme floral, la sexualité et l'hermaphrodisme parasitaire du *Lychnis vespertina;* br. in-8, 30 p., 2 pl., 8 fig., Lyon, 1889.
Sur la castration parasitaire de l'*Anemone ranunculoides.* (*Académie des sciences,* 28 avril 1890.)
Sur la castration androgène du *Muscari comosum.* (*Académie des sciences,* 2 juin 1890; 31 octobre 1892.)
Observations sur le parasitisme et la castration chez les Anémones et les Euphorbes. (*Bulletin scientifique* de M. Giard, t. XXIII, p. 412-436, 1 pl., août 1891.)
Nouvelles observations sur la sexualité, notamment du *Lychnis diurna;* in-8, 29 p., 1 pl., 1891.
Conditions biologiques de la végétation lacustre. (*Académie des sciences,* 10 octobre 1892; 24 avril 1893.)
Végétation des Alpes françaises; in-12, 72 p., 1893.
Végétation des Monts-Jura; in-8, 59 p., 1 carte, Besançon, 1893.
Recherches sur la végétation des lacs du Jura; in-8, 30 p., 1893.

LES

LACS DU JURA

PAR

ANT. MAGNIN

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON

Nº 1

GÉNÉRALITÉS SUR LA LIMNOLOGIE JURASSIENNE

(Avec 1 carte et 17 figures dans le texte)

LYON

H. GEORG, Libraire éditeur

Passage de l'Hôtel-Dieu

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE et Fils, éditeur

19, rue Hautefeuille, 19

1895

CE FASCICULE CONTIENT :

I. — Une lecture sur les *Lacs du Jura* faite à la séance publique annuelle de la *Société d'Emulation du Doubs*, le 14 décembre 1893.

II. — Des notes complémentaires sur la limnologie jurassienne.

I

LES LACS DU JURA

Lorsque notre aimable et savant président [1] me fit l'honneur de me demander une lecture pour cette séance annuelle, j'hésitai à répondre affirmativement à cette invitation, si flatteuse qu'elle fût : aucun sujet, rentrant dans l'objet habituel de mes recherches, ne me semblait avoir l'intérêt réclamé par le caractère de cette solennité ; je me décidai cependant à vous parler des *lacs du Jura*, de ces curiosités naturelles qui contribuent à faire de nos montagnes une contrée si pittoresque ; il n'est certainement personne parmi vous, qui n'ait eu l'occasion d'en visiter quelques-uns : vous aimerez sans doute à revoir, par la pensée, ceux que vous connaissez déjà ; pour les autres, pour les lacs qui vous sont encore inconnus, les renseignements que je vais donner auront au moins, je l'espère, l'intérêt de la nouveauté.

L'étude des lacs est aussi une question d'*actualité* : il y a cinq ans à peine, qu'on s'en occupe, du moins en France ; auparavant nos lacs français, et — il n'est pas besoin de le dire, — nos lacs jurassiens, étaient absolument inexplorés au point de vue scientifique, et nous étions tellement en retard sur le reste de l'Europe, — et même de l'Asie, — qu'on pouvait affirmer, à ce moment, que les lacs Baïkal et Balkach, — des lacs de la Sibérie asiatique ! — étaient mieux connus, à cet égard, que n'importe quel lac de France !

---

(1) M. Sire, membre correspondant de l'Institut.

C'était le cas de répéter avec un naturaliste de la fin du XVIIIe siècle, citant le discours qu'un homme célèbre de l'époque venait de prononcer sur la *nécessité de voyager dans sa patrie* : « que nous importe l'histoire naturelle de la Chine, si nous ignorons celle de la France (1) ? »

Ce qui était vrai en 1770 l'est encore de nos jours : la connaissance du pays que nous habitons, les découvertes qui s'y rattachent doivent nous préoccuper d'une manière particulière ; vous vous intéresserez donc aux efforts que les géographes et les naturalistes font en ce moment pour achever l'étude complète des 20.000 hectares de lacs français, qui sont encore aujourd'hui, — mais pour peu de temps, — « une tache blanche sur nos belles cartes officielles, topographiques et géologiques » (2).

Cet intérêt de nouveauté et d'actualité serait bien plus considérable si je pouvais faire, ici, l'histoire de *tous les lacs* du Jura, sans exception, — personne, dans cet auditoire n'ayant pu, probablement les visiter *tous* ; ils sont, en effet, beaucoup plus nombreux qu'on ne le croit : on en compte *66*, — chiffre qui étonnera sans doute, — dans les limites assignées ordinairement au Jura ; il en reste encore *62*, si l'on met à part les *4* lacs savoisiens du Bourget, d'Aiguebelette et de Saint-Jean-de-Chevelu, qu'on peut, à l'exemple de plusieurs naturalistes, ne pas rapporter au Jura proprement dit ; on ne sera pas surpris qu'il m'ait fallu quatre ans pour en faire seulement une exploration générale préliminaire (3).

---

(1) LA TOURRETTE, *Voyage au mont Pilat,* 1770 ; avertissement, p. iij.

(2) THOULET, *Revue scientifique,* 16 août 1890, p. 202. Voyez sur l'*Historique* et la *Bibliographie* de la limnologie, la note complémentaire A placée à la fin de cette Lecture. J'ai cru devoir résumer à la suite de cette étude générale, dans une série de notes additionnelles, les faits les plus importants de la *limnologie jurassienne*, dont j'ai entretenu du reste la *Société d'Emulation du Doubs,* à diverses reprises, notamment dans les séances des 10 janvier et 14 février 1891.

(3) Voy. note B : *Limites du Jura.*

Malgré ce nombre déjà respectable, la région jurassienne n'est pas la contrée la plus riche en lacs ; on s'en convaincra facilement en les comptant sur les feuilles de la carte de l'Etat-major, se rapportant à la chaîne des Alpes, c'est-à-dire les feuilles d'Annecy, Chambéry, Allevard, etc.; c'est par *centaines*, — exactement 380, — que les lacs scintillent dans les vallées alpines et subalpines, depuis le Mont-Blanc jusque dans les Alpes maritimes (1).

Il est vrai que beaucoup de ces lacs, surtout dans le Jura, ne sont que de simples étangs, quelquefois même de petites mares ; mais, la moindre flaque d'eau qui serait insignifiante et vulgaire dans la plaine, prend, dans la montagne, grâce à sa situation, aux rochers qui l'enserrent, aux sapins qui s'y reflètent, en un mot, grâce au décor dont elle est entourée, — un cachet pittoresque et les allures d'un lac. Ne soyons donc pas si scrupuleux et conservons-leur, à nos petites mares, le nom plus relevé qu'on leur donne ordinairement (2).

Les lacs ne sont pas également distribués dans toute l'étendue du massif jurassien : je vous prie de jeter les yeux sur cette carte, — que nous devons au talent et à l'obligeance si souvent mise à contribution de M. Vaissier (3) ; — elle représente 1° les *principales chaînes* du Jura : celle du *front oriental* (Mont du Chat, Colombier, Reculet, Dole, Dent de Vaulion, Chasseron, Chasseral, etc.) ; les chaînes

---

(1) Cf. Falsan, *La période glaciaire,* 1889, p. 157-158. — On compte environ 5000 lacs dans toute l'étendue de la chaîne des Alpes.

(2) Voy. note C. *Définition d'un lac.*

(3) Les cartes reproduites dans cette lecture, semblables du reste à celle dessinée pour la séance par M. Vaissier, sont dues au talent de M. Jacoulet, contrôleur du service des eaux à la mairie de Besançon ; elles ont paru d'abord dans la *Revue de Botanique* et les *Annales de Géographie,* ainsi que plusieurs autres figures, et je remercie M. le professeur G. Bonnier, et M. Vidal-Lablache, directeurs de ces publications, ainsi que M. A. Colin, éditeur, d'avoir bien voulu m'autoriser à les reproduire.

Fig. 1.

Carte de la distribution géographique des lacs dans le massif jurassien.



EMPLACEMENT DES LACS DU JURA.

1° *Région septentrionale :* Lacs isolés 1. Tallières ; 2. Chaillexon.— Groupes 2. Saint-Point, Malpas, Remoray , Trouillot ; 3. Joux, Brenet, Ter ; Rousses ; Boulu ; 4. Mortes, Bellefontaine ; 5. Rouges-Truites, Fort-du-Plasne, Foncine ; 6. Abbaye, Brenets, Perrets ; 7. Fioget, Vernis, Narlay, Grand et Petit Maclu, Ilay, Bonlieu ; 8. Grand et Petit Etival, Fauge, Censière ; 9. Antre, Crenans, Martigna ; 10. Lac-Dessus, Lac-Dessous, Chalin ; 11. Grand et Petit Clairvaux ; 12. Onoz, Viremont ; 13. Viry, Genin ; 14. Nantua, Sylans.

2° *Région méridionale :* 15. Les Hôpitaux, la Burbanche ; 16. Virieu, Pugieu ; 17. Mornieu, Chavoley, Bertherand, Bar ; 18. Ambléon, Crotel ; 19. Chailloux, Arboréiaz ; Armaille ; 20. Conzieu, Pluvis ; 21. Saint-Jean-de-Chevelu ; 22. Aiguebelette ; 23. Bourget.

intérieures et la falaise occidentale (Revermont, Poupet, etc.) ; — 2° les principales *rivières* : Rhin et Aar (limite septentrionale), Doubs et Loue, Bienne ; Ain, Rhône et Guiers (limite méridionale) ; — 3° Enfin l'emplacement des 66 lacs dont j'ai à vous entretenir.

Or, vous constaterez d'abord ce premier fait intéressant, c'est que les lacs sont cantonnés dans la moitié méridionale du Jura et qu'il n'y en a absolument aucun dans la moitié septentrionale et orientale, depuis le Locle jusqu'au confluent de l'Aar et du Rhin.

Dans cette partie méridionale, — qu'on peut donc, avec raison, appeler le *Jura lacustre*, — on distingue aussi deux zones *lacustres par excellence* : la première, située entre l'Ain, l'Orbe et la Bienne, renferme 31 lacs ; la seconde correspond au Bugey méridional, où miroitent 32 petites cuvettes qu'on aperçoit, presque toutes réunies sous ses pieds, lorsque par une claire journée de printemps, on fait l'ascension du Molard-de-Don ou du Grand Colombier de Culoz (1).

Si, — comme je l'ai dit plus haut, — beaucoup de ces lacs sont de simples étangs, quelques-uns ont cependant une profondeur déjà respectable : tels sont, par exemple, le Bourget, dont le fond atteint 145 mètres ; Aiguebelette, 71 mètres ; mais ces lacs appartiennent au Jura savoisien. Dans le Jura proprement dit, nous trouvons Nantua, avec 43 mètres ; Saint-Point, 40 mètres ; Narlay, 39 mètres ; Chalin, 34 mètres ; Joux, 33 mètres ; Chaillexon, 31 mètres ; Ilay, 30 mètres : soit 7 lacs ayant plus de 30 mètres de profondeur; tous les autres ont beaucoup moins ; 39 n'atteignent même pas 15 mètres (2).

Les plus importants comme *dimensions*, sont aussi les lacs profonds que je viens de citer, mais dans un ordre un peu différent : le *Bourget* arrive encore en 1re ligne avec

---

(1) Voy. note D. *Enumération des lacs par régions.*

(2) Voy. note E. *Enumération des lacs par profondeur.*

44 kilomètres carrés de surface et 18 kilomètres de longueur ; puis *Joux* dont la surface est de 800 hectares et la longueur de 10 kilomètres ;

Aiguebelette, 550 hectares, 4 kilomètres ;
Saint-Point, 400 hectares, 7 kilomètres ;
Chalin, 232 hectares, 3 kilomètres ;
Nantua, 140 hectares, 2 kilomètres 1/2 ;

tous les autres lacs ont moins de 100 hectares ; 14 ont encore *un kilomètre* de longueur (1).

Enumérer ainsi les particularités de chacun des 66 lacs jurassiens serait véritablement fastidieux ; nous allons faire, si vous le voulez, un voyage à travers le Jura lacustre, ne nous arrêtant que sur les bords des lacs les plus intéressants.

Nous commencerons par le lac de *Saint-Point,* le plus beau des 4 lacs situés dans le département du Doubs, le lac le plus important du Jura français pour l'étendue, et le 2e pour la profondeur, si l'on fait abstraction des lacs du Bourget et d'Aiguebelette (2).

Pour y arriver depuis Besançon, nous traversons Pontarlier et l'ancien lac, aujourd'hui desséché, qui s'étendait de la *Cluse* à *Oye et Pallet.* Un peu au-delà de ce village, apparaît, — au détour de la route, — la vaste nappe *bleue* de Saint-Point, « ce lac d'Ecosse, aux bordures calmes, mystérieux et silen- » cieux dans ses assoupissements d'horizon », suivant la description pittoresque et imagée de M. Bouchot, l'auteur d'un luxueux ouvrage consacré à la Franche-Comté (3). Je viens de prononcer les mots de *nappe bleue,* en quelque sorte par habitude et pour employer l'expression consacrée

---

(1) Voy. note F. *Dimensions des lacs du Jura.*

(2) Le lac de Saint-Point occupe le 18e rang au point de vue de l'*altitude;* tandis que le lac le plus élevé du Jura est celui du Boulu, placé à 1152 mètres au-dessus du niveau de la mer, Saint-Point n'est qu'à la cote de 851 mètres. (Voy. note G. *Altitudes des lacs du Jura.*)

(3) Bouchot, *La Franche-Comté,* 1890, p. 160.

par les voyageurs, les touristes... et les poètes... pour qui tout lac est nécessairement bleu ! mais cette comparaison n'est rien moins qu'exacte : le lac de Saint-Point n'est pas bleu, mais *vert*, presque *jaune !* et il en est ainsi pour tous les lacs du Jura, sans exception, malgré les livres, les guides, malgré Bouchot enfin, qui prétend que « chaque combe un peu large possède *sa petite Méditerranée bleue* ». C'est avec regret que j'enlève cette illusion aux auteurs de ces descriptions poétiques ; mais l'exactitude scientifique n'admet pas de ces comparaisons approximatives ; que si l'on m'oppose le dicton : *des goûts et des couleurs... il ne faut pas disputer,* je répondrai que la science possède heureusement des moyens rigoureux d'observation, qui font souvent mentir les proverbes ; et c'est ici le cas : le plus simple et le plus pratique de ces moyens est l'instrument que j'ai l'honneur de vous présenter, la gamme Forel, du nom du savant limnographe suisse qui l'a inventée ; elle consiste, comme vous le voyez, — ici, au naturel, — là-haut, sur ce dessin qui en est la représentation agrandie, — en une série de 11 tubes renfermant des solutions diversement colorées, depuis le jaune pur jusqu'au bleu azuré de la mer (1) ; les 4 premiers tubes représentent les nuances bleues de l'Océan, de la Méditerranée et du lac de Genève : c'est aussi la couleur du lac du Bourget ; les autres correspondent aux teintes vertes ou jaunes des lacs du nord de la Suisse ; or, la coloration du lac de Saint-Point est dans le *vert,* presque dans le *jaune,* à peu près vers le tube VIII : passe encore qu'il fut franchement

(1) Ces 11 tubes contiennent des mélanges de liquide bleu (eau céleste au 1/200e) et de liquide jaune (solution de chromate de potasse au 1/200e respectivement dans les proportions suivantes :

N° I	Jaune	0 ;	Bleu	100		N° VII	Jaune	27 ;	Bleu	73
II	—	2	—	98		VIII	—	35	—	65
III	—	5	—	95		IX	—	44	—	56
IV	—	9	—	91		X	—	54	—	46
V	—	14	—	86		XI	—	65	—	35.
VI	—	20	—	80						

vert, mais presque jaune! ce serait une bien mauvaise note pour notre lac, s'il était seul, et si son infortune n'était partagée par tous ses frères jurassiens (1)!

Les bords du lac de Saint-Point possèdent, du reste, un terme de comparaison, placé, pour ainsi dire, tout exprès dans son voisinage, pour servir, à défaut de la gamme Forel, à notre démonstration : c'est la *source bleue,* une des curiosités peut-être la moins connue du Jura. Au pied d'un escarpement calcaire, dans une excavation de 4 m. 50 de profondeur sous eau, s'étale une nappe remarquable par sa limpidité, sa fraîcheur (7° en été), et sa coloration véritablement *bleue,* correspondant au n° IV de la gamme Forel ; on voit bien, par la simple comparaison de ces deux nuances, l'épithète qu'on est forcé de donner à l'eau du lac de Saint-Point.

Quelle est la cause de ces différences de coloration? C'est là un problème encore discuté ; cependant deux faits paraissent bien établis : d'abord, que la coloration *bleue* est la couleur normale de l'eau *pure* et *limpide,* vue sous une épaisseur suffisante ; en second lieu, que la coloration *verte* est produite par l'addition d'une teinte jaune à la coloration normale, cette teinte jaune étant due elle-même à la présence de fines particules tenues en suspension dans l'eau. Il serait trop long d'exposer les expériences faites par les physiciens à l'appui de cette explication ; il me suffira de vous dire que les propriétés physiques des eaux de la source bleue et du lac de Saint-Point la justifient entièrement (2).

La source bleue nous conduit ainsi au bord du lac, dont nous allons entreprendre l'exploration.

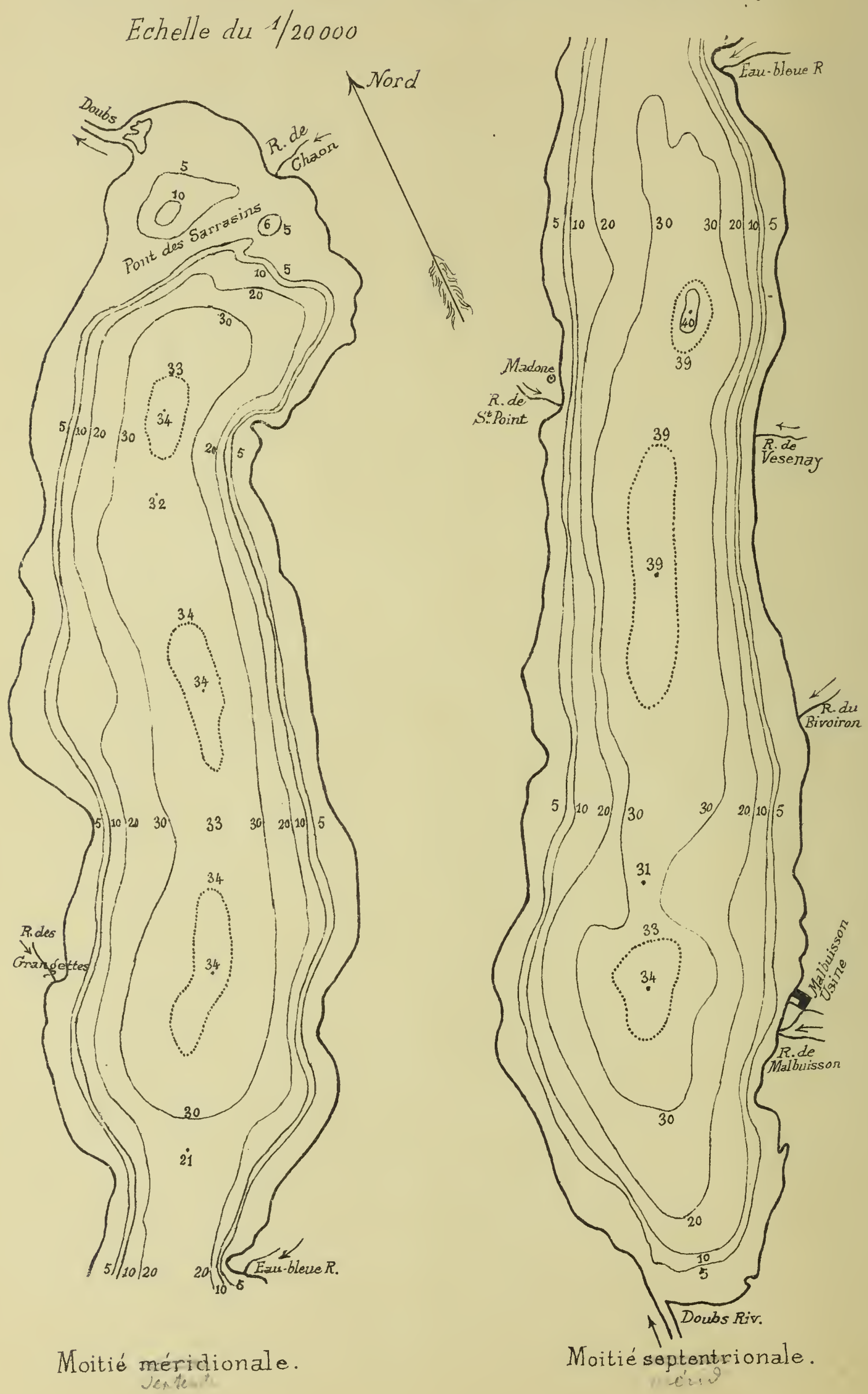
On ne se doute guère, en faisant une simple promenade sur un lac, du nombre de problèmes que soulève son étude un peu complète : forme, contour, plan, relief sous-lacustre;

---

(1) Voy. la note H, sur la *Coloration* et la *Transparence* des lacs jurassiens.

(2) Voy. note H, citée ci-dessus.

LAC DE SAINT-POINT *(Réduction de la carte de M. Delebecque)*



propriétés physiques et chimiques de ses eaux, c'est-à-dire, coloration, transparence, température, etc.; étude de ses habitants, plantes et animaux aquatiques ; histoire du lac, origine, transformations diverses, enfin les légendes, et le côté pittoresque et artistique, qui n'est pas le moins intéressant ; c'est de quelques-unes seulement des parties de ce vaste programme, dont l'exposé détaillé n'est pas possible, même pour le lac seul de Saint-Point, que je dois vous entretenir (1).

La première opération, dans l'étude d'un lac, consiste à en établir le plan topographique, c'est-à-dire le contour et le relief du sol recouvert par les eaux ; celui de Saint-Point a été levé dans l'automne 1891, par M. Delebecque, un ingénieur à qui l'on doit les explorations hydrographiques des lacs les plus importants du Jura français ; pour avoir une idée de la longueur d'un pareil travail, il faut savoir qu'il a nécessité, outre la levée du pourtour, près de *1000 sondages* avec l'appareil Belloc, instrument qui rend, il est vrai, cette opération assez rapide (2). Le plan simplifié ci-contre représente les principales courbes *isobathes*, c'est-à-dire d'*égale profondeur*, qu'on peut construire avec les résultats de ces sondages : ces courbes indiquent, en quelque sorte, les différents contours qu'offrirait le lac si l'eau s'abaissait, successivement, de 5 mèt., 10 mèt., 20 mèt., etc. au dessous de son niveau normal. — Notre plan montre aussi que le fond du lac de Saint-Point n'est pas cette *plaine unie* qu'on observe dans la plupart des grands lacs, mais une succession de *huit cuvettes*, séparées par des seuils ou barres peu élevés ; l'un de ces seuils, situé dans la partie N. E., est connu sous le nom de *Pont des Sarrazins* et la légende y voit les restes d'un pont détruit par ces barbares ? Ce relief *tourmenté* a été constaté dans plusieurs

---

(1) Voy. note I. *Programme des recherches limnologiques.*
(2) Voy. note I *bis. Description du sondeur Belloc.*

lacs du Jura, notamment dans les lacs d'Ilay et de Joux ; on en n'a pas encore donné une explication satisfaisante. On remarquera surtout, au pourtour, une sorte de *terrasse*, à peu près horizontale, recouverte seulement par 3 à 5 mètres d'eau, qui existe dans tous les lacs un peu profonds : c'est

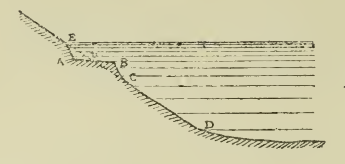


Fig. 2.
AB, Beine ou Blanc-fond ; AF, Beine d'érosion ; FB, Beine d'alluvions ; BC, Mont ; CD, Grand Talus.

la *beine*, ou *blanc-fond* ou simplement *blanc*, par opposition au *noir*, qui correspond à la partie profonde du lac ; elle est due au jeu des vagues et à un double phénomène d'érosion du bord primitif et d'alluvions (1).

Un des caractères physiques les plus intéressants à étudier après les variations de coloration et de transparence (2) dont il a été parlé plus haut, est la *marche de la température*. Un mot d'abord sur les instruments nécessaires pour cette étude. S'il est facile de prendre la température de la surface avec n'importe quel thermomètre, il n'en est pas de même pour les températures des couches profondes ; on comprend aisément qu'avec un thermomètre ordinaire, malgré la rapidité avec laquelle on remonte l'instrument, celui-ci tend à se mettre en équilibre avec les couches de températures différentes qu'il traverse et n'accuse plus, hors de l'eau, celle du fond ou de la zone qu'on désirait connaître. Parmi les nombreux instruments qui ont été imaginés pour remédier à cet inconvénient, je ne vous en présenterai qu'un, le plus simple, dont l'emploi est le plus commode, c'est le thermomètre à renversement de *Negretti et Zambra ;* il se compose d'un tube thermométrique, placé

---

(1) Voy. note J. *Forme, profil et relief sous-lacustre.*
(2) Voy. note H. *Coloration et transparence des lacs du Jura.*



Fig. 3.

dans une caisse en bois, ouverte sur le côté et *lestée* de façon à flotter verticalement ; le thermomètre, attaché à la ligne de sonde, est ainsi descendu, dans sa position normale, à la profondeur désirée ; on le laisse le temps nécessaire, quatre minutes environ, pour qu'il se mette en équilibre avec l'eau ambiante, puis on le retourne *brusquement* avant de le remonter. A ce moment, grâce à un artifice de construction, à un étranglement dans le tube capillaire (1), la colonne mercurielle se brise en deux parties, dont l'une est complètement séparée du réservoir ; c'est cette fraction, désormais *invariable*, quelle que soit la température des couches que l'instrument traversera, qui sert à déterminer la température de la zone profonde où le thermomètre avait été descendu; l'instrument est gradué en conséquence ; enfin, de la grenaille de plomb dont vous entendez le bruit quand je retourne l'appareil, sert à le maintenir dans cette nouvelle position, pendant qu'on le remonte à la surface (2).

Nous avons fait, M. Delebecque et moi, de nombreux sondages thermométriques, à diverses profondeurs, et dans un assez grand nombre de lacs du Jura ; nous avons constaté que la répartition de la chaleur s'y établit d'après les mêmes lois que dans les lacs suisses, étudiés par M. Forel, du

(1) Point B de la figure ci-contre.

(2) La figure ci-dessus représente la modification que M. Chabaud (successeur d'Alvergniat, rue de la Sorbonne, à Paris), a apportée au thermomètre de Negretti et Zambra ; l'instrument est placé aussi dans une autre monture et son renversement est obtenu soit par un messager, soit par une hélice. (Voy. Thoulet, *Océanographie,* p. 288-291 ; Chabaud, *Cat.,* 1894, p. 105, etc.)

moins pour ceux de ces lacs qui appartiennent, comme nos lacs du Jura, à la classe des *lacs tempérés à stratification alternante;* dans ces lacs, les couches *isothermes*, ou *d'égale température*, se superposent dans l'ordre descendant, c'est-à-dire les plus chaudes à la surface, les plus froides au fond, pendant l'été, l'automne et le printemps; c'est la *stratification directe*; pendant l'hiver, au contraire, la stratification est *inverse*, c'est-à-dire que les couches supérieures sont plus froides que les couches profondes; dans les lacs *tropicaux*, la stratification est toujours *directe*, dans les lacs *polaires*, toujours *inverse* (1).

En général, les couches superficielles, c'est-à-dire celles comprises entre la surface et dix ou quinze mètres de profondeur, ont une température très variable, se réchauffant en été et pendant le jour, se refroidissant en hiver et pendant la nuit, sous l'action de l'agitation des vagues, du brassage par les vents, des courants qui s'établissent de la profondeur à la surface. De 15 mètres à 100 mètres, la température est plus constante et ne varie, même en été, que de quelques degrés; elle est relativement froide; nous avons constaté, au mois d'août, avec 20° à la surface, par exemple, 19° à 5 mètres, 14° à 10 mètres, 9° à 15 mètres et 5° ou 6° à 20 ou 30 mètres de profondeur; au fond même des lacs, nous avons obtenu 5° 1 à 40 mètres dans le lac de Nantua, 5° 3 à 33 mètres à Chalain, 4° 8 à 27 mètres à Remoray, 6° 4 à 40 mètres à Saint-Point; on remarquera la température relativement plus élevée du fond du lac de Saint-Point, surtout si on la compare à celle du lac voisin, bien moins profond, de Remoray; M. Delebecque en a donné une explication très satisfaisante : les lacs longs, dirigés dans le sens des vents dominants, ont, en été, leurs couches profondes notablement plus chaudes que les autres, parce que les courants engendrés par les vents y mélangent plus facilement les eaux chaudes de la surface aux eaux froides du fond (2).

---

(1) Voy. note K. *Température des lacs.*
(2) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences,* 1892, t. CXIV, p. 32.

La zone abyssale, à température à peu près constante, se maintenant vers 4°, ne s'observe pas dans nos lacs jurassiens, dont aucun n'atteint la profondeur de 100 mètres, nécessaire pour que ce régime thermique s'établisse.

En hiver, la stratification inverse et l'abaissement de la température des couches superficielles au-dessous de 0° détermine la *congélation* d'abord partielle, puis totale du lac ; il est intéressant de savoir, à ce sujet, que si tous les petits lacs du Jura gèlent chaque année, comme de simples étangs, tous les grands lacs de la montagne (Saint-Point, Joux, Chaillexon, Abbaye, etc.) restent pris, ordinairement, de janvier à mars ; il n'y a d'exception que pour les lacs de Nantua, Viry, Virieu-le-Grand, qui ne gèlent que dans les hivers rigoureux ; le lac du Bourget, pour une cause encore inconnue, ne gèle jamais (1).

La *composition chimique* de l'eau varie beaucoup suivant les régions : tous les lacs du Jura sont caractérisés par leurs eaux très calcaires ; ils ont, en moyenne, 160 grammes de résidu total par mètre cube, dont 135 grammes sont constitués par du carbonate de chaux ; à Saint-Point, par exemple, M. Delebecque a trouvé une proportion de 152 grammes à la surface et de 182 grammes dans le fond ; la moyenne, multipliée par un cube de 81,614,000 mètres, donne, à raison de 140 grammes par mètre cube, un poids de 11,426,000 kilogrammes de carbonate de chaux dissous dans l'eau du lac. Les différences qu'on observe entre l'eau des affluents et l'eau du lac, et qui consistent principalement dans la diminution du carbonate de chaux, paraissent le résultat de phénomènes biologiques, du développement des plantes et des animaux auxquels les eaux du lac donnent asile (2).

---

(1) C'est probablement l'agitation de la surface du lac du Bourget qui l'empêche de geler, car sa température peut s'abaisser au-dessous de 4°. — J'ai étudié la *Congélation* des lacs du Jura dans une Note spéciale présentée à une séance de la *Société d'Emulation du Doubs,* en 1893.

(2) Voy. note L. *Variations de composition des eaux des lacs.*

Un certain nombre de *plantes* croissent, en effet, dans les lacs, presque exclusivement sur leurs bords ; leur développement inégal, leur répartition différente dans les divers lacs, contribuent à donner à chacun d'eux une physionomie propre. A Saint-Point, on ne voit pas cette ceinture continue de Roseaux et de Joncs qui entoure les lacs placés au milieu de prairies marécageuses ; ces formations littorales y sont disséminées, principalement sur les bords, au nord et à l'ouest, dont elles rompent un peu la monotonie des lignes ; c'est dans cette même zone de végétation que croissent les *Nénuphars blancs*, la *Renouée amphibie* aux beaux épis roses. Plus en dedans, au-dessus de fonds de 3 à 5 mètres, s'épanouit le *Nénuphar jaune*, qui est bien la plante la plus caractéristique de nos lacs, puisque je l'ai rencontrée dans *60* d'entre eux et qu'elle ne manque, par conséquent, que dans 6 ; le *Nénuphar jaune* forme souvent une ceinture régulière, quelquefois doublée en dedans par une autre espèce du même genre, qui paraît propre aux lacs du Jura et que j'ai nommée, pour cette raison, *Nuphar juranum*. J'ai observé encore à Saint-Point d'autres végétaux dont la distribution géographique est fort curieuse, notamment des *Potamogiton*, qui n'étaient connus auparavant que dans les lacs du nord de l'Europe, singulière répartition, qui s'explique par l'analogie des milieux et l'origine glaciaire de nos lacs jurassiens (1).

La flore n'est pas représentée seulement par ces plantes littorales, ces géants de la végétation lacustre, que « *leur grandeur attache au rivage* » ; les pentes immergées qui succèdent aux bords, sont couvertes de plantes qui deviennent de plus en plus exigues et rares à mesure qu'on s'avance en profondeur ; ce sont d'abord des Charaignes, puis d'autres Algues de petite taille et enfin des plantes microscopiques, notamment ces curieuses Diatomées, à la carapace siliceuse ornée des dessins les plus variés et les plus élégants. On

(1) Voy. note M. *Végétation des lacs jurassiens.*

donne le nom de *flore profonde* à la végétation de la région comprise entre 15 et 100 mètres de profondeur et qui n'est habitée que par ces organismes inférieurs. Enfin la *flore pélagique* est celle de la masse d'eau située entre les bords et le fond, flore pauvre, constituée aussi par des végétaux microscopiques, auxquels s'ajoutent des débris flottants des plantes littorales, formations qu'on peut comparer, en petit, aux Sargasses de l'océan atlantique.

L'étude des *animaux* des lacs et de leur répartition a permis d'établir des régions analogues à celles de la végétation lacustre ; ainsi que pour les plantes, on distingue une faune littorale, une faune profonde et une faune pélagique ; chacune de ces faunes a ses espèces spéciales, encore peu connues pour les lacs du Jura, malgré quelques recherches dont MM. de Guerne et Richard viennent de publier les résultats ; les seuls groupes dont je vous parlerai sont les nombreux *Oiseaux de rivage* ou *pélagiques*, Longipennes et Palmipèdes (Grèbes, Héron, etc.), qu'on observe surtout abondamment dans les lacs de la montagne ; *Chalin*, par exemple, en est presque complètement couvert à l'automne et au commencement de l'hiver ; parmi les espèces les plus intéressantes, mais ordinairement rares, on peut citer : la Spathule blanche, l'Echasse à manteau noir, la Cigogne noire, le Phalarope, les Sternes, le Goëland à manteau bleu, les Stercoraires, les Plongeons, etc. (1).

Un autre groupe d'animaux encore plus importants, à cause de leur rôle dans l'alimentation, est la classe des *Poissons* ; on en compte environ une *quinzaine* d'espèces différentes, dont les plus répandues sont la *Perche*, la *Loche*, le *Goujon*, la *Carpe* et le *Carpeau* (ou Carpe gibèle), la *Brême*, le *Rotengle*, le *Gardon* commun, la *Truite* et le *Brochet* ; en

(1) Cf. Ogérien, *Histoire naturelle du Jura,* 1863, t. III, pp. 110-289. — Brocard (*Essai sur le Cat. des Oiseaux du Doubs,* dans les *Mém. Soc. d'Emul.,* 1857, p. 234) dit avoir vu un Plongeon (*Colymbus arcticus*) tué sur les bords du lac de Saint-Point.

général, il n'y a guère que cinq ou six espèces de poissons bien représentées dans chaque lac ; à *Saint-Point,* en particulier, lac très poissonneux, les pêcheurs prennent surtout le Brochet, la Perche, la Truite ordinaire à écailles tachetées, la Rousse ou Gardon commun et la Tanche; on y a encore indiqué l'*Apron* (1) et un petit poisson blanc nommé l'Ombre, mais qui n'est pas l'*Ombre chevalier* ? Le Brochet peut y devenir très gros, comme dans tous les lacs profonds de la montagne; il en aurait été pêché un exemplaire du poids de 40 kilogrammes, il y a une cinquantaine d'années.

On n'a pas constaté dans les lacs du Haut-Jura la présence de ces espèces ou de ces races spéciales à certains lacs et dont les exemples les plus connus sont la *Féra,* la *Gravenche* et le *Vengeron* pour le lac de Genève, le *Lavaret* et la *Bézoule* pour celui du Bourget : ces formes paraissent adaptées étroitement aux conditions spéciales des milieux dans lesquels elles se sont produites; ce qui explique pourquoi les tentatives d'introduction n'ont pas toujours réussi : la Féra, par exemple, qu'on a essayé de propager dans le lac de Clairvaux, ne paraît pas s'y être développée; le Lavaret s'est, par contre, parfaitement multiplié dans le lac d'Aiguebelette où il a été introduit, il y a une dizaine d'années, par M. de Chambost.

Ces oiseaux, ces poissons, dont on vient de parler, sont aussi des géants de la faune lacustre, comparés aux petits organismes qui pullulent, en masses innombrables, dans l'eau des lacs : tout un monde de végétaux et d'animaux, inconnu jusqu'à ces dernières années, révélé par des recherches récentes, peuplent les eaux pélagiques et profondes ;

---

(1) Olivier, Faune du Doubs (*Mém. Soc. d'Emul. du Doubs*, 1882, p. 120) ; probablement d'après Girod-Chantrans, *Essai sur la Géographie physique du Doubs,* 1810, t. I, p. 121. — Sur la Faune des lacs, on peut consulter encore Locard (*Soc. linn. de Lyon*, t. XXXVI, 1889) où l'on trouvera la description des nombreuses espèces et formes d'*Anodontes* qui y ont été observées.

certains d'entre eux ont de singulières mœurs crépusculaires : leurs nombreux individus, que leur grande transparence rend invisibles à l'œil nu, habitent près de la surface de l'eau pendant la nuit, mais descendent, pendant le jour, à 10 ou 20 mètres de profondeur. Ce sont surtout de petites espèces de *Crustacés*, du groupe des *Copépodes* et des *Cladocères*, qui constituent, avec des Protozoaires, des Diatomées, des Desmidiées et des Péridiniens, la matière organisée à laquelle on a donné le nom barbare, mais aujourd'hui universellement adopté, de *Plankton* (1) : leur nombre est tellement considérable que, dans certaines pêches au filet fin, on a pu compter 38000 de ces petits organismes dans un litre d'eau. Pour les recueillir, on se sert d'un filet en soie à blutter, du numéro le plus fin employé dans la meunerie : l'étoffe du modèle que je vous présente est formée de *160* fils et comporte par conséquent 2,440 petits trous par centimètre carré, chacun de ces trous ayant moins de 1/200e (ou 50 millièmes) de millimètre.

Les récoltes faites dans le lac de Saint-Point ont déjà révélé la présence d'un certain nombre d'espèces, les unes communes dans les lacs du Jura, de la France ou de la Suisse, d'autres nouvelles et spéciales encore à Saint-Point, notamment le *Bythotrephes longimanus*, petit Crustacé, particulièrement intéressant, en ce qu'il paraît être l'aliment principal des Salmonides, c'est-à-dire des Truites et des espèces de poissons voisins (2).

---

(1) Sur le *Plankton,* voy. Hensen, 1887 ; J. de Guerne, *Campagne de l'Hirondelle,* 2e année, p. 8 ; Thoulet, *Revue générale des sciences,* 15 janvier 1893, p. 16 ; Pouchet, *Compte-rendu de l'Acad. des sciences,* 5 juin 1893, p. 1303.

(2) De Guerne et J. Richard, Faune pélagique des lacs du Jura français (*Comptes-rendus de l'Acad. des sc.,* 17 juillet 1893, p. 187). Les récoltes de MM. J. de Guerne et Delebecque se rapportent à 21 lacs du Jura : elles ont donné 6 Rotifères, 18 Crustacés (dont 10 Cladocères et 8 Copépodes). Outre le *Bythotrephes longimanus,* Cladocère nouveau pour la Faune française, le lac de Saint-Point nourrit une autre espèce nouvelle,

Ce sont là des observations assurément fort curieuses et exécutées avec des instruments très ingénieux : mais, elles n'excitent pas seulement une vulgaire curiosité ; elles peuvent satisfaire aussi les esprits positifs qui se préoccupent surtout du côté pratique et utilitaire des recherches scientifiques. Sans insister sur l'utilisation de l'eau des lacs par l'industrie ou pour l'alimentation, leur étude est, ainsi qu'on l'a dit excellemment : « *l'introduction obligée à la science de l'*AQUICULTURE. » Car, l'aquiculture existe au même titre que l'agriculture ; toutes deux ont le même but : « faire rapporter, d'une manière durable, à une masse d'eau, ou à une surface du sol, la production *maximum* dont elle est susceptible (1) ; » or, tout s'enchaîne dans la nature : les variations de *coloration*, de *transparence*, qui ne vous paraissaient peut-être que comme des faits simplement curieux, sont, de même que la composition chimique des eaux, en relations directes avec les êtres vivants qui les peuplent ; les plantes et les animaux aquatiques ont besoin pour vivre d'une certaine quantité de lumière, de chaleur, d'air ou d'oxygène ; ils doivent trouver dans l'eau du lac les substances nécessaires à la constitution de leurs organes ; plus l'eau sera transparente, plus nombreuses et plus profondément pénétreront les radiations lumineuses, actiniques et calorifiques nécessaires à la vie ; la végétation pourra s'étendre dans une profondeur plus grande, prendre un développement plus considérable ; cette abondance réagira à son tour sur les animaux qui se nourrissent de végétaux, notamment les poissons herbivores, et enfin sur les carnivores eux-mêmes. On sait aussi que la température exerce une influence im-

---

l'*Heterocope saliens*, le *Diaptomus laciniatus ;* le lac de Malpas voisin, le *Daphnia Jardini* var. *apicata ;* les lacs de l'Ain, 2 *Cyclops,* etc.

(1) THOULET. *Etude des lacs en Suisse,* Rapport dans *Arch. des missions scientifiques,* 1890, p. 59. — Cf. BELLOC, *Utilisation des cuvettes lacustres pyrénéennes pour la pisciculture,* Association française, session de Pau, 1892, t. II, p. 516.

médiate sur les diverses espèces de poissons, les uns supportant des eaux à température relativement élevée, d'autres ne se plaisant que dans l'eau froide.

La composition chimique de l'eau joue un rôle non moins important, surtout dans nos lacs du Jura, si riches, comme on l'a vu, en carbonate de chaux : cette substance est, d'abord, indispensable pour la formation du squelette des poissons ; mais elle agit d'une façon encore plus curieuse, quoique d'une manière indirecte, sur toutes les fonctions de ces animaux : le *bicarbonate* de chaux est en effet décomposé par les plantes aquatiques, qui s'emparent de la moitié de son acide carbonique et laissent le carbonate se précipiter. L'acide carbonique est à son tour décomposé par la plante qui utilise le carbone pour la constitution de ses tissus, et rend à l'eau l'oxygène qui servira ainsi à la respiration des animaux aquatiques, notamment des poissons ; ce rôle de l'oxygène provenant de la décomposition du bicarbonate par la plante est dans quelques cas très important : certains lacs situés à plus de 2,000 mètres dans les Alpes, par suite de la faible pression qui résulte de cette altitude, ne seraient pas en état d'emprunter à l'atmosphère l'oxygène indispensable à leur faune ; cet oxygène leur est fourni par les plantes. Tous les pêcheurs ont aussi remarqué que beaucoup de poissons déposent leurs œufs dans le voisinage des plantes : l'eau y est plus riche en oxygène, gaz que l'œuf absorbe en se développant, *tandis qu'il dégage de l'acide carbonique ;* or, on a reconnu expérimentalement que l'acide carbonique produit par les poissons transforme le carbonate de chaux du sous-sol des lacs, en bicarbonate, point de départ de cette série de transformations.

C'est là un *cycle* fort curieux qui s'établit de la *plante* à l'animal et de *l'animal* à la plante, et avec une rigueur telle qu'on peut affirmer que la *quantité de chaux d'une eau est en relation immédiate avec sa richesse en plantes et en animaux* (1).

---

(1) Cf. THOULET, Rapport cité plus haut : j'ai fait de nombreux emprunts à ce très intéressant mémoire.

Des conséquences pratiques importantes découlent de l'exposé qui précède, notamment pour la *pisciculture*, science et industrie trop négligées dans les lacs du Jura, où l'on est loin de leur faire rendre leur revenu maximum ; on pourrait s'inspirer à cet égard de l'exemple de nos voisins : en Suisse, où le revenu annuel par kilomètre carré n'était en moyenne que de 1,130 francs, on le voit, dans le canton de Soleure, s'élever à 10,170 francs, c'est-à-dire à près de huit fois plus ; le progrès ne pourra s'accomplir que lorsqu'on connaîtra toutes les conditions du milieu où vit l'animal et celles qui lui sont le plus favorables [1].

Ces digressions nous ont entraîné un peu loin du lac de Saint-Point : il nous faut cependant y revenir pour indiquer, au moins rapidement, les autres aperçus qui compléteront son histoire.

Saint-Point est le reste d'un ancien lac qui s'étendait autrefois de Remoray à la Cluse, lac aujourd'hui desséché en partie et réduit aux *deux cuvettes* de Saint-Point et de Remoray : elles sont dues, surtout, à l'action glaciaire qui a creusé plus profondément la cuvette crétacée primitive, et dont les alluvions ont contribué aussi, par leurs barrages, à retenir les eaux.

Laissant de côté l'histoire plus récente du lac, je me bornerai à rappeler que, d'après la légende locale, le lac actuel occuperait l'emplacement d'une ville submergée par les eaux.

Le pays des lacs est, en effet, le *pays des légendes :* chaque lac a la sienne ; mais il en est *une* qu'on retrouve, presque partout, à peu près la même, celle d'une ville engloutie pour avoir refusé l'hospitalité à un malheureux pèlerin ; des pêcheurs en ont aperçu, dans quelques circonstances privilégiées, les restes au fond du lac ; et, dans la nuit de Noël,

---

(1) Cf. THOULET, Rapport....., et BELLOC, *Sur l'utilisation des lacs pyrénéens,* Mém. cités plus haut.

on peut entendre encore, à l'heure de minuit, sonner les cloches de la ville ensevelie ; ce thème se retrouve, avec quelques variations, dans toute l'étendue de la région lacustre, à Saint-Point, à Narlay, au lac de Bar, près Belley, à Paladru, à Aiguebelette, au lac du Bourget, etc.

Quelques lacs se distinguent cependant par une légende moins banale : à Narlay, on raconte qu'une fée a donné aux eaux du lac la propriété de blanchir le linge sans savon ; plusieurs lacs du Bugey sont le domicile de la Vuivre, le serpent fantastique des légendes populaires de la Comté, qu'il est curieux de retrouver, mais avec d'autres attributs, dans les légendes du Bugey.

La longue étude que nous avons faite du lac de Saint-Point et les détails trop nombreux peut-être dans lesquels j'ai cru devoir entrer, me forcent à ne parler que très brièvement des autres lacs et à ne signaler que les particularités les plus remarquables des plus intéressants d'entre eux.

Quittons le département du Doubs, franchissons la frontière et transportons-nous en Suisse, sur les bords du *lac de Joux*, un des plus beaux lacs du Jura, comme site et comme étendue, le premier par les dimensions (800 hectares, 10 kilomètres de longueur), le septième seulement comme profondeur (33 mètres). Nous trouvons ici une particularité nouvelle : contrairement à la plupart des lacs, qui donnent naissance à un émissaire aérien, à un ruisseau ou à une rivière, le lac de Joux n'a pas d'écoulement apparent ; la vallée est barrée, en aval, par la montagne d'Orzières, et l'eau ne peut s'échapper que par les nombreuses fissures, ouvertes entre les feuillets redressés des rochers, sur le bord occidental du lac de Joux et du lac Brenet qui lui fait suite. Ce mode d'écoulement n'est pas particulier au lac de Joux ; on l'observe au moins dans *23 lacs* du Jura, dont les entonnoirs sont l'origine de canaux souterrains allant déboucher à des distances quelquefois considérables : je citerai les lacs des Tallières, de Malpas, des Mortes, du Boulu, de Fioget,

de Narlay, de l'Abbaye, de Crenans, d'Antre, d'Etival, d'Onoz, Viremont, Genin, Crotel, etc. Pour le lac de Joux, des expériences récentes ont donné la preuve certaine que les eaux qui s'engouffrent à l'entonnoir du Bon-Port sortent à la source de l'Orbe (1).

Ces relations entre les *sources vauclusiennes*, si fréquentes dans nos montagnes calcaires, fissurées et caverneuses, et les *entonnoirs* ou *emposieux*, dépressions caractéristiques de nos plateaux jurassiques, constituent un phénomène très digne d'attention, surtout lorsque ces entonnoirs ne sont pas les émissaires de nappes abondantes et limpides, et lorsque ces sources vauclusiennes (2) servent à l'alimentation publique ; ces sources donnent, en général, d'excellente eau potable, comme notre eau d'Arcier, mais à condition que leurs origines, souvent multiples, par suite d'anastomoses souterraines, soient bien déterminées, et que les différents entonnoirs qui y aboutissent soient garantis de toutes causes de souillures (3).

Dans le Jura suisse, nous rencontrons encore un lac intéressant, le *lac des Tallières*, situé près de la Brévine ; son origine est absolument historique, — il se serait formé vers l'année 1500, — et son écoulement a lieu par un entonnoir qui communique avec les sources de la Reuse (4).

En rentrant en France, nous trouvons le *lac des Rousses*, situé dans la même vallée de l'Orbe, mais qui ne présente à signaler que quelques plantes rares, dont une espèce n'était connue, avant que je l'y aie récoltée, que dans l'Angleterre, le Danemarck et le Holstein (5) ; — le lac des *Mortes* et de

---

(1) Voy. note N. *Alimentation et décharge des lacs du Jura.*

(2) Ou *jurassiques,* comme les appelle avec raison M. Jaccard.

(3) J'ai développé cette question dans une Note présentée à la *Société d'Emulation du Doubs,* séances de mai et de juin 1894.

(4) Voy. Desor, 1862 ; Jaccard, *Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, 1883, 1887 ; Résal, *Société d'Emulation du Doubs* 1872, p. 458, etc.

(5) C'est le *Potamogiton coriaceus* Freyer, que j'ai trouvé le 5 août 1892, vers la sortie de l'Orbe.

Bellefontaine, situés au nord de Morez, et dont les entonnoirs vont former des *doyes*, ou sources vauclusiennes, près de cette ville ; le lac du *Boulu*, au nord de Septmoncel, le plus élevé des lacs du Jura (1153 mètres d'altitude) et s'écoulant par des entonnoirs qui débouchent probablement dans la vallée du Flumen, près Saint-Claude.

Dans le bassin de Grandvaux, les lacs se multiplient : *Foncine*, *Fort-du-Plâne* et *Rouges-Truites*, lacs marécageux insignifiants, le dernier seul méritant une mention spéciale à cause de sa singulière dénomination, — tout à fait inexplicable, — puisque ce lac ne possède même pas la Truite ordinaire ! Un peu plus au sud, le lac de l'*Abbaye*, vaste étang « découvert, mal entouré , » ne présentant d'intéressant qu'une *île* qui dépasse à peine le niveau du lac et un écoulement souterrain qui va former, à 10 kilomètres de là, le torrent de l'Enragé, dans la vallée de la Bienne (1).

Après avoir jeté un coup-d'œil rapide sur les lacs d'Etival, situés dans un site un peu plus pittoresque et s'écoulant aussi par des entonnoirs, nous atteignons la véritable *région des lacs* des auteurs jurassiens, « *l'Ecosse du Jura*, » comme on l'a appelée, s'étendant des bois de la Joux-Devant jusqu'à la rivière d'Ain, « domaine immense, où l'on aurait savamment aménagé les ondulations, les pièces d'eau, ainsi qu'en un parc anglais (Bouchot). »

Cette région possède en effet une série de lacs ayant chacun un caractère particulier : c'est d'abord *Fioget*, dans un site désolé, mais où l'on a trouvé pour la première fois le *Nénuphar du Jura*, et dont l'entonnoir va déboucher près du lac de Chalin (2) ; *Narlay*, lac remarquable par sa

---

(1) Voy. Lamairesse, *op. cit.*, p. 115-117. Cette ile (*Sur la motte*) est couverte de buissons de Saules (dont le *Salix pentandra*), Trembles, Nerpruns, Coudriers, etc.; elle possède aussi *Gentiana lutea* et *Rosa alpina*, et quelques pierres, peut-être les ruines de l'abbaye fondée vers 523, reconstruite au XIIe siècle sur les bords septentrionaux du lac.

(2) Observ. de M. L.-A. GIRARDOT, qui a trouvé, le premier, le *Nuphar*

forme triangulaire, sa profondeur *énorme* pour sa faible surface (39 mètres, 40 hectares), ce qui lui donne le troisième rang parmi les lacs du Jura français pour la profondeur, tandis qu'il n'est que le seizième pour la superficie; Narlay s'écoule aussi par un entonnoir qui a la propriété de rejeter de l'eau après les fortes pluies d'orage, comme le puits de la Brême ; viennent ensuite le *Grand* et le *Petit Mâclus*; le lac d'*Ilay* ou de la *Motte*, ainsi nommé d'une *île* rocheuse, couverte d'arbres, notamment de beaux Sapins, qui a été l'emplacement d'une ancienne abbaye (1) ; — *Bonlieu* avec sa couronne de Sapins et de Hêtres, et les restes de l'abbaye qui se mire sur ses bords. Je ne puis que citer, plus rapidement encore : les lacs du *Val-Dessus* et du *Val-Dessous*, formés par le Hérisson après ses chûtes du Saut-Girard et ses cascades; — *Chalin*, « le pur joyau de la terre jurassique, » dans un site enchanteur, le plus grand des lacs du département du Jura, le deuxième du Jura français, le troisième du massif jurassique (2) ; — *Clairvaux* et ses habitations lacustres explorées par Noël Lemire (3) ; - *Antre* et ses antiquités romaines, son aqueduc souterrain, probablement artificiel (4) ; — les deux lacs à entonnoirs d'*Onoz* et de *Viremont*, les seuls qui soient situés sur la rive droite de l'Ain; — *Viry*, avec son curieux îlot tourbeux, flottant, qui se déplaçait à la surface du lac, jusqu'à ce qu'il se fût fixé près de son bord septentrional, il y a

---

pumilum ; voy. *Etudes d'archéologie préhistorique, de géologie et de botanique dans les environs de Chatelneuf,* 1880, p. 65-69 et add. pag. 109.

(1) Cette île, élevée de quelques mètres au-dessus du lac, outre les ruines du monastère (*prioratum a Motâ*, traduit à l'ordinaire inexactement par Mouthe), construit en même temps que celui du lac de l'Abbaye, possède une riche flore silvatique.

(2) Il vient immédiatement après Saint-Point, avec ses 232 hectares de superficie, sa longueur de 3 kilom. et sa profondeur de 33 mètres.

(3) Voy. J. N. Le Mire, *Académie de Besançon*, 1870.

(4) Voy. Rousset, *Dict. des communes du Jura,* VI, 1858, p. 208.

quelques années seulement ; — *Genin*, dont les eaux vont sortir, par un canal souterrain, à 5 kilomètres de là, dans la grotte de Charix ; enfin *Nantua*, *Sylans*, les nombreux lacs du *bassin de Belley*.., tous intéressants à différents égards.., mais je comprends qu'il est temps d'arrêter cette trop longue et trop rapide énumération !

Telle est cette région des lacs dont Bouchot a dit avec assez de bonheur : « Les lacs sont des amis quand on les voit sortir tout à coup de la terre pour remplir les combes stériles et baigner des rivages séchés au pied des monastères ou des manoirs qu'ils affraîchissent de leurs brumes... Pour les rêveurs et les diseurs de contes, c'est la mine inépuisable de suaves et câlines ballades... Dames empêchées par les herbes et qui se lamentent à la nuit... Mélusines au corps de sirène... Rois de Thulé jetant leurs coupes... » Ainsi donc, « le pays des lacs semble vivre une synthèse de magnificences tangibles à la fois et de rêves. *Lui vouloir ôter sa légende, c'est le ramener aux proportions ordinaires d'une contrée magnifique dont l'âme s'en serait allée* ».

Je crois bien que Bouchot ne me pardonnera pas d'être venu à mon tour détruire quelques-unes de ces légendes qu'il semble préférer à la réalité ; d'autres peut-être me sauront gré d'avoir signalé plutôt les aspects vrais, les richesses naturelles de nos lacs, côté moins poétique, mais plus utile et peut-être aussi intéressant de leur histoire.

Une dernière question, que je désire examiner avant de terminer cette lecture, est la suivante : Pourquoi ces lacs sont-ils l'ornement presque exclusif de nos montagnes du Doubs, du Jura et de l'Ain ? Pourquoi se trouvent-ils surtout dans les combes françaises ? Et enfin, pourquoi, dans notre Jura, y a-t-il là un marais fangeux, là une tourbière, là un lac limpide ?

Pour répondre à ces questions, il faudrait faire l'histoire géologique de la contrée, montrer comment, à une certaine

époque, sous la pression latérale exercée par le soulèvement des Alpes, le sol jurassique s'est fortement ridé, donnant ainsi naissance à des *vallons* et à des combes longitudinales, où les eaux se sont accumulées ; il faudrait décrire les phénomènes qui ont accompagné l'extension des glaciers, le rôle important qu'ils ont rempli précisément dans notre région des lacs, creusant des cuvettes lacustres ou les conservant par un remplissage temporaire de glaces, formant enfin des barrages par leurs moraines ou leurs alluvions (1).

Cet aperçu sommaire des causes de formation des lacs, dans le Jura, nous suffit pour montrer que leur origine est relativement récente, puisque la période glaciaire a été contemporaine des premiers âges de l'humanité ; bien mieux, d'après ce que nous savons de leur histoire, on peut prédire que leur existence sera courte et que leurs jours sont comptés ; les lacs sont, en effet, des accidents absolument *temporaires* dans la topographie d'une région ; ils sont destinés à disparaître tôt ou tard, soit par la destruction des barrages qui retenaient les eaux, soit, et le plus souvent par le remplissage de leurs cuvettes que les alluvions normales ou torrentielles de leurs affluents combleront peu à peu ; ce remplissage est même très rapide dans certaines contrées ; dans les Pyrénées, dans les Alpes, beaucoup de lacs ont déjà disparu depuis la période historique ; dans le Tyrol, particulièrement, on a observé le comblement de plus de *100* lacs alpins, depuis un peu plus d'un siècle, exactement depuis 1774 (2). Des phénomènes analogues, quoique moins intenses, se passent dans notre Jura ; non-seulement de nombreux lacs se sont desséchés depuis la dernière période géologique, mais on constate, de nos jours, la diminution *très sensible* de plusieurs lacs, notamment de ceux des Tallières, de Maclus,

---

(1) Voy. note O. *Situation et origine des lacs.*

(2) Bœhm. *Die Hochseen der Ostalpen*, p. 16 ; — Falsan. *La Période glaciaire*, p. 159 ; — Belloc. *Origine, formation et comblement des lacs pyrénéens*, Assoc. fr., session de Pau, 1892, p. 368.

de Fioget, de Crotel, de Lhuis, etc. (1) On peut donc prévoir l'époque relativement prochaine où la plupart de nos petits lacs seront desséchés, où les plus grands, considérablement amoindris, ne seront plus que d'infimes marécages, jusqu'à ce qu'ils aient complètement disparu à leur tour (2).

Ce sont là des prévisions assurément désolantes, et bien que nous ne soyions pas appelés à en faire nous-mêmes la douloureuse constatation, ce n'est cependant pas sans un certain sentiment de tristesse qu'on se prend à songer à la disparition possible de ces sites enchanteurs, qui ont inspiré nos poètes et nos paysagistes, de ces bords charmants, qui ont été les témoins de tant d'évènements tristes ou joyeux, qui sont enfin le but de nos plus belles et de nos plus agréables excursions ; cette pensée que tout cela est destiné à disparaître un jour, donnera à nos lacs un charme particulier, une note mélancolique qui s'ajoutera à la poésie du paysage, lorsque vous les reverrez dans vos excursions prochaines ; peut-être alors, en vous promenant sur quelque lac jurassien, vous rappellerez-vous la lecture que vous venez d'entendre ; puissiez-vous ne pas en avoir conservé un trop ennuyeux souvenir !

---

(1) Pour les lacs des Tallières, de Maclus, voy. Résal. *Soc. d'Emul. du Doubs*, 1872, p. 458, 457, etc. ; observations personnelles.

(2) Voy. note C. *Classification des lacs*, d'après M. Forel.

(Mémoires, p. 294)

II

NOTES COMPLÉMENTAIRES (1)

Note A.

HISTORIQUE ET BIBLIOGRAPHIE DE LA LIMNOLOGIE

La *limnologie* et la *limnographie*, — c'est-à-dire l'*étude* et la *description* des lacs, — constituent une branche de l'histoire naturelle longtemps négligée, malgré son importance, dans la plupart des régions ; les lacs étaient, en effet, jusqu'à ces dernières années, les moins connues des particularités topographiques, qui caractérisent cependant certaines parties de la France ; on ne possédait sur beaucoup d'entre eux que des notions insuffisantes, tenant plus de la légende que de l'exactitude scientifique ; les profondeurs, par exemple, celles données par les gens du pays aussi bien que les chiffres reproduits dans certains ouvrages, étaient absolument fantaisistes (2); le profil ou relief sous-lacustre, souvent même les altitudes, le mode d'écoulement, surtout dans le cas d'émissaire souterrain, étaient inconnus ou inexactement indiqués ; bien plus, la forme générale de certains lacs est encore mal représentée sur les cartes les plus récentes ! Pour le Jura, en particulier, cette région naturelle si riche en lacs, on était réduit, au point de vue cartographique, aux plans du cadastre et à la carte de l'état-

---

(1) Ces notes sont extraites : 1° des articles que j'ai publiés dans les *Annales de géographie*, n°s des 15 octobre 1893 et 15 janvier 1894, sur la *limnologie jurassienne* ; 2° du mémoire sur la *Végétation des lacs du Jura* que j'ai donné à la *Revue générale de botanique*, n°s des 15 juin et 15 juillet 1893 ; 3° d'autres recherches personnelles encore inédites.

(2) Beaucoup de lacs un peu profonds sont réputés *insondables !*

major (qui ne donne que le contour du lac et assez souvent l'altitude), et pour les autres renseignements limnologiques, aux ouvrages de Résal, du frère Ogérien et de Lamairesse ; mais les courtes indications de Résal (1) sont absolument insuffisantes ; celles plus étendues, contenues dans l'*Histoire naturelle* du F. Ogérien (2), sont souvent erronées ; seul, l'ouvrage de Lamairesse (3) renferme des données en général sérieuses et dignes d'être utilisées ; mais il laisse de côté les lacs du Jura méridional, ne s'occupe pas de la topographie sous-lacustre et renferme malheureusement quelques inexactitudes.

Si la limnologie a été longtemps négligée en France, on doit reconnaître qu'elle est devenue, depuis ces dernières années, sous l'influence des travaux des limnographes suisses (4), et principalement sous l'impulsion de M. Thoulet (5), l'objet de nombreuses recherches (6). Dans le Jura, les explorations hydrographiques de M. Delebecque (7) sont venues combler heu-

(1) *Statistique géologique du Doubs et du Jura*, 1864, p. 256.

(2) *Histoire naturelle du Jura*, 1865, t. I. pp. 64-69. Cf. Rousset, *Dictionnaire des communes du Jura*, t. I-VI, 1853-1858, où Ogérien parait avoir puisé une partie de ses renseignements.

(3) *Etudes hydrologiques sur les Monts-Jura*, 1874, in-4°, avec atlas ; notamment pp. 94-98 et pp. 119-121.

(4) MM. F.-A. Forel, de Morges, auteur de nombreux travaux sur les lacs suisses, notamment le *Léman*; l'ingénieur Hœrnlimann, les physiciens et naturalistes, J.-L. Soret, Sarasin, Plantamour, Fatio, Lunel, H. Fol, Marignac, Schardt, Asper, Henscher, Imhof, G. du Plessis, H. Blanc, Brun, Schnetzler, C. Schrœter, etc.

(5) Voy. *Revue scientifique*, 16 août 1890 ; *Rapport sur l'Etude des lacs en Suisse*, 1890 ; *Océanographie*, t. I (statique), 1890 ; *Cours libre à la faculté des lettres de Paris*, été 1891 ; *Revue générale des sciences*, 30 mai 1891 ; etc.

(6) MM. Thoulet, pour les lacs des Vosges ; Belloc, pour ceux des Pyrénées ; J. Richard, Berthoule, P. Girod, Bruyant, Delebecque et Ritter pour le Plateau central ; Delebecque, Duparc, Ritter, J. de Guerne, Ant. Magnin pour les lacs du Jura, etc.

(7) Voy. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4 janvier 1892 (topographie et thermométrie des lacs du Bourget, d'Aiguebelette, de Paladru, de Nantua, de Sylans, Genin, Saint-Point, Remoray, Brenets) ; 25 avril 1892 (eaux et vases des lacs Paladru, Aiguebelette, Nantua, Sylans) ; 20 juin 1892 (topographie de quelques lacs du Jura, du Bugey) ; 20 novembre 1893 ; 12 mars 1894 ; *Annales des Ponts-et-chaussées*, dé-

reusement les nombreuses lacunes que je signalais plus haut, en donnant pour les plus intéressants des lacs jurassiens, des renseignements certains et précis : les dimensions, les profondeurs, la forme et les particularités du relief sous-lacustre, es caractères physiques et chimiques des eaux et des vases ont été étudiés avec soin, pour 30 lacs, par M. Delebecque et ses collaborateurs ; cet ingénieur distingué vient aussi de publier les plans au 1/10.000e, avec courbes isobathes, des 16 lacs les plus importants du massif jurassien (1). Enfin, pour terminer les indications concernant la cartographie, signalons les cartes au 1/25000e, avec courbes isohypses, des lacs de Joux, Brenet et Ter publiées par Hœrnlimann dans la feuille *Le Lieu* de l'Atlas Siegfried.

Mes explorations m'ont permis d'étudier sur place et en bateau, pendant ces quatre dernières années (1890-1893), 66 lacs ou étangs de la région jurassienne : 13 en 1890, 15 en 1891 (et révision de deux explorés déjà en 1890), 35 en 1892 (et révision de 8 vus auparavant), 3 en 1893 (et révision de 7) (2); j'avais principalement en vue l'étude de la végétation lacustre et de ses conditions biologiques, mais j'ai recueilli, par la même occasion, un grand nombre de renseignements sur l'histoire de chaque lac, leur bassin d'alimentation, leur mode d'écoulement, la marche de la température de leurs eaux (avec le thermomètre à renversement Negretti et Zambra), leur coloration (avec la gamme Forel), leur transparence (avec le disque

---

cembre 1892 ; — *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève,* 15 avril et 15 mai 1892, pp. 569 et 577 ; 15 novembre 1892, p. 502 ; — *Revue générale des sciences*, 15 avril 1892, p. 233-240, avec cartes, etc. — L'*Etude des lacs en France*, conférence à la Société de géographie de Lille, 19 novembre 1893 ; *(Bull.* fév. 1894). — *Nouvelles géographiques*, mars 1894, p. 33-37.

(1) *Atlas des lacs français*, 1892-1893, 10 pl. : II, Bourget ; IV, Aiguebelette ; VI, Brenets, Saint-Point, Remoray, Malpas ; VII, Nantua, Sylans ; VIII, autres petits lacs du Jura. Cet ouvrage renferme de plus les plans des lacs Léman, d'Annecy et de quelques lacs de l'Isère et du Plateau central.

(2) Enfin un seul nouveau, le lac du Ratay, dans l'année 1894, qui a été consacrée à revoir 6 autres lacs et à continuer l'exploration détaillée du lac de Saint-Point, commencée en 1891.

de Secchi), leur composition (par le procédé de Weith), etc. ; ces recherches m'ont permis de relever un certain nombre d'erreurs des géographes et des naturalistes, de préciser la distribution géographique de la plupart des plantes lacustres, en général mal connue et inexactement indiquée dans les flores, de signaler la présence de plusieurs plantes nouvelles soit pour la flore du Jura, soit pour la flore de France ; j'ai enfin publié une partie de ces recherches dans :

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, séances des 10 octobre 1892 et 24 avril 1893 ;

Association française pour l'avancement des sciences : Session de *Marseille*, 1891, t. I., p. 228 et 347 ; session de *Pau* 1892, t. I., p. 215-216 ;

Revue générale de botanique n° 54, 15 juin 1893, p. 241-257 ; n° 55, 15 juillet 1893, p. 303-316 ; n° 60, 15 décembre 1893, p. 515 ;

Annales de géographie, n° 9, 15 octobre 1893, p. 20-41 ; n° 10, 15 janv. 1894 p. 213-226 ;

Et dans plusieurs communications faites aux *Société botanique de Lyon* (1), *Société botanique de France* (2), *Société d'Emulation du Doubs* (3), etc.

J'ai été aidé dans mes recherches par un grand nombre de personnes, que je suis heureux de pouvoir remercier ici de leur obligeant et bienveillant concours.

Je cite particulièrement MM. Delebecque, ingénieur des Ponts-et-chaussées à Thonon ; Thoulet, professeur à la Faculté des sciences de Nancy ; J.-M. Forel, professeur à l'Université de Lausanne, qui m'ont fait profiter, avec la plus grande obligeance, de leur expérience en explorations lacustres ;

Je dois aussi à MM. Kilian, professeur à la Faculté des sciences de Grenoble ; Chudeau, professeur à la Faculté des sciences et Dr Girardot, géologue à Besançon ; L.-A. Girardot, professeur au lycée de Lons-le-Saunier ; Bourgeat, professeur à l'université libre de Lille ; Tournier, curé de Contrevoz ; At. Riche, docteur ès-sciences, chef des travaux de géologie à la Faculté des sciences de Lyon ; Jaccard, professeur à l'Académie de Neuchâtel, d'utiles renseignements sur la géologie des bassins lacustres ; — à M. Clerc, directeur des Ecoles de Pontarlier, un grand nombre de commu-

---

(1) *Société botanique de Lyon* : 17 mars 1891, 28 mars 1893, p. 17 : 9 janvier 1894, p. 3 (sur les *Nuphars*;) — 14 novembre 1893, 23 janv. 1894 p. 13 (sur les *Characées*) ; — 1er août 1893, p. 43 ; 31 octobre 1893, p. 46 (sur les *Potamogitonées*) ; — Voy. aussi *Echange* ou *Revue linnéenne*, 15 octobre 1892 ; 1er janvier 1893 ; 1er août 1893.

(2) *Société botanique de France*, séances des 9 décembre 1892, p. 413 ; 22 juin 1894, p. 451.

(3) *Société d'Emulation du Doubs*, 1892, 1893, 1894, passim.

nications et de recherches qu'il m'a faites avec le plus grand empressement, notamment l'exploration du lac du Trouillot ; — à M. Cordier, des Ecoles de Mouthe, des renseignements sur la météorologie et les lacs de la région ; — à M. C. Schroter, professeur au Polytechnicum de Zurich, des documents sur la flore des marais, étangs, tourbières et lacs de la Suisse.

Mon excellent ami et collègue de la Faculté des sciences de Besançon, M. Charbonnel-Salle, a bien voulu autoriser M. Dutartre, chef des travaux pratiques de zoologie à m'accompagner et à faire des draguages dans plusieurs lacs, en 1893.

M. Arth. Bennett, botaniste à Croydon, près Londres, M. Hy, professeur à Angers m'ont prêté leur concours le plus empressé pour la détermination des plantes appartenant aux *Potamogitons* et aux *Characées* dont ils font une étude spéciale.

MM. Grosgogeat, maire et Rouillard, instituteur à Lamoura, m'ont aidé dans l'exploration du lac du Boulu ; MM. Potard, instituteur à Doucier, Brenod, instituteur à Maisod, Javouret, instituteur aux Crozets, Thiébaud, instituteur à Bellefontaine, Gaudard, manufacturier à Morbiez, Vermot, pharmacien à Morteau, Bouglé, médecin à Chaillexon, Vaucher, pasteur à la Brévine, Weyd et M. Sauge, gardes généraux des forêts à Saint-Laurent, Ulric Clerc, étudiant à Besançon, J. Morel, horloger aux Rousses, Dutartre curé et Bouvard, instituteur, à Conzieu, Montfalcon, industriel et Milloud, agent-voyer, à Virieu-le-Grand, Bartet, conseiller général à Yenne, Pupier, propriétaire au château de Grammont, Marjollet, instituteur en retraite, à La Burbanche, F. Pézant, d'Ambléon, Déquatre, de Magnieu, Roy, pêcheur à Ilay, Genod, directeur des écoles de Moirans, Faivre, instituteur à la Rivière, etc., m'ont aidé dans l'exploration des lacs de Chalin, Duval, Crenans, Etival, Mortes et Bellefontaine, Chaillexon, Taillières, l'Abbaye, Rousses, Conzieu, Armaille, Arboréiaz et Ambléon, Mornieu, Virieu et Pugieu, Saint-Jean-de-Chevelu, les Hopitaux, Chavoley, Bar, Martigna, Antre, etc. : Zéphirin Barthelet, de Malbuisson, m'a rendu de grands services et m'a conduit avec beaucoup de dévouement dans mes explorations répétées des lacs de Saint-Point, Remoray, Malpas, Joux et Brenet.

Enfin, je ne dois pas oublier de remercier l'*Association française pour l'avancement des sciences* des subventions qu'elle a bien voulu m'accorder et qui m'ont permis de poursuivre, au moins pendant quelque temps, ces explorations faites, sauf ce secours, entièrement *à mes frais*, et pendant le peu de loisirs que me laissait mon double enseignement à la Faculté des sciences et à l'Ecole de médecine de Besançon.

Note B.

LIMITES DU JURA

J'ai discuté cette question devant la *Société d'Emulation du Doubs* (séance du 14 mai 1887, p. XIV, etc.) et l'ai reprise dans

les *Annales de géographie* (1) et dans mon étude sur la *Végétation des Monts-Jura* (2) ; j'en extrais ce qui suit :

Au nord, on s'accorde à limiter le Jura proprement dit au confluent de l'Aar et du Rhin, ou mieux à le prolonger au-delà de l'Aar en y rattachant les Lægern (cf. Thurmann) ; on laisse en dehors, malgré les analogies du sol et de la végétation (cf. Martens, Andreæ, Christ), les prolongements du Jura dans la Souabe et la Franconie.

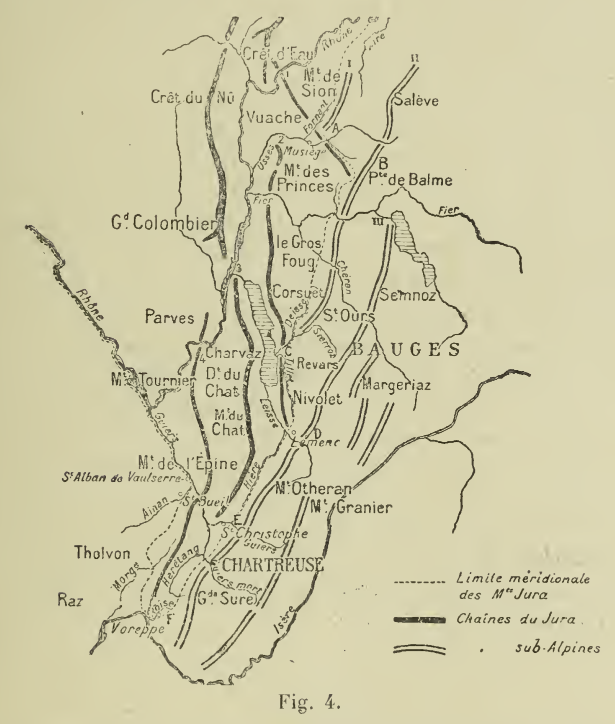


Fig. 4.

Mais au sud, le passage insensible des derniers chaînons du Jura aux chaînes subalpines de la Savoie et du Dauphiné, ou plutôt leur enchevêtrement, rendent les limites de la région difficiles à préciser ; on ne peut admettre l'opinion de Grenier

(1) N° 9. 15 oct. 1893, p. 22.
(2) 1893, p. 28.

qui arrête le Jura à la limite Ambérieu-Culoz sous le prétexte insuffisant que la partie du Bugey située au sud de cette ligne renferme un nombre trop considérable de plantes méridionales ; la limite formée par le cours même du Rhône, acceptée par beaucoup de géographes et de naturalistes, me paraît séparer trop artificiellement des chaînes de montagne ayant les plus grandes analogies par leur allure générale, leur orientation, leur composition géologique et leur flore ; je réunis donc au Jura, ses prolongements savoisiens du Vuache (cf. Briquet), du Gros-Foug et du Corsuet, du Mont-du-Chat (cf. Michalet), du Mont-Lépine et du Petit-Bugey (cf. Thurmann) et je l'arrête à la faille de Voreppe, à la ligne passant par Voreppe, la Roise, l'Hérétang, Saint-Christophe, Couz, l'Hière, Chambéry, le Tillet, la Deisse, la Balme de Sillingy, etc. (1). Les chaînes subalpines de la Chartreuse et des Bauges, situées à l'Est de cette ligne ont des caractères bien différents : orientation N.N.E., présence des couches supérieures J^{6-7} ; flore spéciale ; quant au prolongement de la chaîne du Raz, au-delà de l'Isère, par le Bec de l'Echaillon, il se soude intimement au massif du Villars-de-Lans, du Vercors et des Quatre-Montagnes, caractérisé aussi par la présence des couches J^{6-7} et le développement du crétacé C^8, etc. Je considère donc comme appartenant au Jura, les lacs du bassin de Belley, ceux du Mont-du-Chat, d'Aiguebelette et du Bourget ; je laisse en dehors, les lacs des Bauges, celui d'Annecy, les lacs sous-jurassiques de Genève, de Neuchâtel et de Bienne, le lac de Paladru ainsi que les nombreuses mares, étangs ou lacs, qu'on rencontre dans l'île calcaire de Crémieu, seuil ou région d'attente, précédant le Jura, entre la Bourbre et le Rhône.

Note C.

DÉFINITION D'UN LAC

On peut, avec M. Forel, définir le lac « une collection d'eau stagnante, réunie dans une dépression du sol, sans continuité

(1) Voy. carte ci-dessus.

directe avec la mer » (1), c'est-à-dire dont les eaux s'écoulent vers la mer par les ruisseaux, les rivières et les fleuves. Cette définition s'applique il est vrai à toutes les nappes d'eau de quelque étendue, même aux *étangs*, bien qu'on réserve ordinairement ce dernier nom aux espaces d'eau *peu profonds* ; mais quelle est la profondeur *limite* permettant de distinguer un lac d'un étang ? Ces dénominations varient du reste avec le caractère topographique de la région : une flaque d'eau peu profonde qui serait un étang dans la plaine devient un lac dans la montagne. M. Forel (*loc. cit.* plus haut) vient de donner une classification des lacs qui permet de caractériser avec plus de précision les diverses nappes d'eau, lacs, étangs, marais, qui ne sont après tout que des phases, des âges différents, d'un même phénomène, ainsi caractérisés : 1° *Etat de jeunesse*, lac conservant le relief du bassin primitif ; 2° *Etat de maturité*, lac ayant beine, monts, talus et plaine centrale (2) ; 3° *Etat de sénilité*, prédominance des alluvions, d'où plaine centrale bordée par la beine, etc. ; 4° *Etat d'étangs*, plaine centrale arrivant au niveau de la beine ; 5° *Etat de marais*, profondeur devenue assez faible pour que la flore *lacustre* (plantes immergées) soit remplacée par la flore *palustre* (plantes enracinées à tiges et couronnes aériennes).

Note D.

RÉPARTITION DES LACS PAR RÉGIONS NATURELLES.

Si l'on excepte les deux lacs de Chaillexon et des Tallières, isolés des autres dans le Jura central, tous les lacs du Jura sont situés dans la *moitié méridionale* du massif (3) : le lac de Saint-Point, qui commence véritablement le Jura lacustre, est

---

(1) *Société vaudoise des sciences natur.*, 20 décembre 1893. (*Arch. de Genève*, 15 mars 1894, p. 305).

(2) Pour l'explication de ces mots, voy. plus loin, note J.

(3) Nous laissons de côté les *étangs* « d'allure lacustre », suivant l'expression de Thurmann (*Phytostatique du Jura*, 1849, t. I, p. 166), occupant les dépressions des Franches-Montagnes, dans le Jura bernois (étangs de Bellelay, des Seignes et de la Gruyère).

placé à égale distance du confluent de l'Aar (extrémité septentrionale) et de Voreppe (extrémité méridionale. Voy. carte)



Fig. 5.

A l'exception des deux lacs d'Onoz et de Viremont, placés sur la rive droite de l'Ain, et des 4 lacs savoisiens (Bourget, Aiguebelette, les deux de Saint-Jean-le-Chevelu), tous les autres lacs jurassiens (= 60) sont situés entre l'Ain, l'Orbe et le Rhône.

La cluse de Nantua-Bellegarde divise cette région lacustre en 2 zones secondaires : une zone *septentrionale* qui possède 44 lacs et renferme la plage lacustre par excellence, celle comprise entre l'Ain, la Bienne et l'Orbe, recouverte, à elle seule, de 31 lacs ; une zone *méridionale* qui contient 22 lacs, dont la majorité, soit 14, sont situés dans le bassin de Belley.

Au point de vue des divisions politiques et administratives,

4 lacs appartiennent au Jura suisse (1 au canton de Neuchâtel = lac des Tallières, 3 au canton de Vaud = lacs de Joux, Brenet et Ter), 62 au Jura français, soit 6 au département du Doubs, 31 à celui du Jura, 21 à celui de l'Ain et 4 à la Savoie.

Cette répartition est résumée dans le tableau suivant :

I. Région septentrionale :

A. Troisième plateau. — *Vallée de l'Orbe :* 1. Brenet, *Joux* et Ter (Suisse); Rousses, (Jura ; au sud) ; — *Vallée de la Combe-du-Lac* (prolongement orographique de la précédente) : 1 *bis*. Boulu (Jura).

Bassin du Mont-Jura : 2. Mortes (Doubs) et Bellefontaine (Jura).

Prolongement des Franches-Montagnes : 3. Tallières (Suisse).

Vallée du Doubs : 4. Chaillexon (Doubs et Suisse) ; — 5. Saint-Point, Remoray, Malpas; Trouillot (Doubs).

Grandvaux (Jura) : 6. Foncine, Rouges-Truites, Fort-du-Plasne; [— Rotay]; — 7. Abbaye, Perrets, Brenets.

B. Deuxième plateau (Jura). — *Région du Frânois :* 8. Fioget, Vernois, Narlay, Petit et Grand Maclu, Ilay, Bonlieu.

Plateau d'Etival et de Moirans : 9. Grand et Petit Etival, La Fauge, La Censière ; — 10. Crenans, Antre, Martigna.

Vallées du Hérisson et de l'Ain ; 11. Val, Chambly ; Chalin ; — 12. Petit et Grand Clairvaux.

C. Rive droite de l'Ain (Jura) : 13. Onoz, Viremont.

D. Plateau et Cluse *au sud de la Bienne :* 14. Viry (Jura), Genin (Ain); — 15. Nantua, Sylans (Ain).

II. Région méridionale.

E. Cluse des Hôpitaux *et Mont du Tantainet* (Ain) : 16. Les Hopitaux, La Burbanche; — 17. Ambléon, Crotel; [Millieu.]

D. Bassin de Belley (Ain): 18. Virieu, les 2 de Pugieu; — 19. Mornieu, Chavoley, Bertherand, [Cressieu], Bar; — 20. [Andert], Chailloux, Arboréiaz, Armaille, les 3 de Conzieu ; — 21. Pluvis.

G. Mont-du-Chat (Savoie); 22 Les 2 de Saint-Jean-de-Chevelu ; — 23. Aiguebelette; — 24. Bourget.

(Les numéros d'ordre de ce tableau correspondent à ceux portés sur la carte ci-contre).

Les lacs sont souvent groupés en plages distinctes ou placés à la suite les uns des autres dans des vallées longitudinales : on peut ainsi établir 12 groupes de lacs, réunis 2 à 2, ou 3 par 3, et communiquant entre-eux : je leur donne le nom de *lacs conjugués* ; tels sont :

Lacs conjugués par 2 : 1° Joux et Brenet ; 2° les 2 Fioget ; 3° les 2 Tallières ; 4° Mortes et Bellefontaine; 5° Grand et Petit Clairvaux ; 6° Grand et Petit Etival ; 7° les 2 de Saint-Jean-de-

Chevelu; 8° Val-Dessus et Val-Dessous; 9° Saint-Point et Remoray.

Lacs conjugués par 3 : 10° Ilay et les 2 Maclus ; 11° les 3 de Conzieu ; 12° Virieu et les 2 Pugieu.

Joux et Brenet communiquent assez largement ; des deux lacs qui constituent chaque ensemble des Tallières et du Fioget, le plus petit n'est qu'une partie à peine séparée du grand lac par un isthme étroit, susceptible d'être recouvert par les hautes eaux : ce qui explique pourquoi ces deux lacs sont représentés, par erreur, comme simples, sur beaucoup de cartes, notamment sur celle de l'état-major ; les conjugués des groupes 4 à 9 et 10 à 12 sont au contraire bien séparés, et communiquent par un canal de plus en plus long, en suivant l'ordre de ce classement ; 8 et 9 sont situés sur le trajet de véritables rivières ; Val-Dessus et Val-Dessous, sur le Hérisson ; Saint-Point et Remoray sur la Taverne et le Doubs.

On doit considérer chacun de ces groupes comme d'anciens lacs simples dont le plafond était formé de 2 ou 3 bassins secondaires, analogues à ceux qu'on observe dans plusieurs de nos lacs actuels (voy. plus loin : lacs de Saint-Point, Aiguebelette, etc.), chacun de ces bassins étant devenu, par suite de l'abaissement du niveau de l'eau, un lac distinct.

On peut enfin rapprocher des lacs conjugués, ceux réunis en plages naturelles, mais ne communiquant pas entre-eux, librement du moins, ou n'appartenant pas à la même dépression du sol, tels sont les groupes suivants : 1° les Hôpitaux et la Burbanche, 2° Nantua et Sylans (les lacs de ces 2 groupes communiquent probablement par des émissaires souterrains) ; 3° Abbaye, Brenets et Perrets ; 4° Foncine, Rouges-Truites et Fort-du-Plâne; 5° Mornieu, Chavoley, Bartherand ; 6° Chailloux, Arboréiaz, Armaille ; tous groupes naturels de lacs dus aux mêmes causes de formation. Les autres groupements qu'on serait tenté de faire en examinant notre carte : — Fioget, Narlay, Vernois, — Fauge, Censière, Etival, — Antre, Crenans, Martigna, — Viry, Genin, etc., sont artificiels.

Note E.

PROFONDEURS DES LACS JURASSIENS.

Deux lacs sont très profonds, ayant plus de 50 mètres ; 25 ont une profondeur moyenne, supérieure à 30 mètres, dans 7 ; à 15 mètres, dans 18 ; 33 enfin ont moins de 15 mètres.

		Mètres
1.	Bourget	145.4
2.	Aiguebelette	71.1
3.	Nantua	42.9
4.	Saint-Point	40.3
5.	Narlay	39
6.	Chalin	34
7.	Joux	33 6
8.	Chaillexon	31.5
9.	Ilay	30.2
10.	Remoray	27.6
11.	Grand-Maclu	25.8
12.	Val-Dessus	24.6
13.	Sylans	22.2
14.	Bar	20.5
15.	Viry	?
16.	Abbaye	19.8
17.	Brenet	19.5
18.	3e Conzieu	19.5
19.	Grand-Clairvaux	18.7
20.	Mortes	18 ?
21.	Rousses	17 ?
22.	Genin	16.6
23.	Petit-Clairvaux	16.4
24.	1er Conzieu	16
25.	Chavoley	15
26.	Virieu-le-Grand	15
27.	Foncine	15 ?
28.	Bartherand	14.5
29.	Chailloux	14
30.	Mornieu	13
31.	Bonlieu	12.5
32.	Armaille (Var.)	12.5
33.	Arboréiaz	12.5
34.	Pluvis	12
35.	2e Conzieu	12
36.	Trouillot	12 ?
37.	Ter	11 6
38.	Petit-Maclu	11.5
39.	Val-Dessous	11
40.	Ambléon	11
41.	Burbanche	10.5
42.	Rouges-Truites	10.?
43.	Vernois	10
44.	1er Pugieu	10
45.	2e Pugieu	10 ?
46.	Bellefontaine	10 ?
47.	Grand Etival	9.5
48.	Boulu	9
49.	2e Saint-Jean-de-Chevelu	8.5
50.	1er Snt-Jean-de-Chevelu	8
51.	Fioget	8
52.	Petit-Etival	7.5
53.	Malpas	7.3
54.	Tallières	7
55.	Martigna	6
56.	Onoz	6
57.	Viremont	5
58.	Fort-du-Plâne	5 ?
59.	Antre	5
60.	Crotel	5 ?
61.	Hôpitaux (Var.)	5
62.	Fauge	4-5
63.	Brenets	4-5
64.	Perrets	4-5
65.	Censière	4-5
66.	Crenans	4-5

Comme on le voit par ce tableau, la profondeur de quelques-uns de ces lacs n'est pas encore exactement connue : c'est une recherche intéressante à faire pour les lacs de Viry, des Mortes, des Rousses, de Foncine, de Mornieu, des Rouges-Truites, de

Fort-du-Plâne et de Bellefontaine ; pour les autres, peu profonds et moins considérables, cette lacune est moins regrettable.

Avant les sondages exécutés dans ces dernières années, les profondeurs indiquées pour beaucoup de lacs étaient trop grandes et souvent fantastiques ; il en était ainsi pour les lacs de Remoray, du Trouillot, de l'Abbaye, de Bonlieu, d'Etival, Genin, de Nantua, d'Ambléon, de Conzieu, de Bar, Bartherand, de Pluvis ; plusieurs lacs comme ceux de Bar, du Trouillot, étaient réputés insondables ! Aussi n'est-il pas étonnant de trouver, dans la plupart des ouvrages consacrés au Jura, de nombreuses indications erronées ; nous nous bornerons à relever les suivantes : la profondeur du lac de l'Abbaye qui est de $19^{m},8$, est donnée comme étant de 30 mètres par Ogérien, Lamairesse, le Guide Joanne, etc. ; celle du lac de Chalin (34^{m}) devient 100^{m} dans Ogérien, peut-être pour 100 pieds, ce qui serait exact ; celle du lac de Nantua ($42^{m},9$) est évaluée à « 100^{m} et plus » par Lamairesse, etc. Mais si la tendance à exagérer les profondeurs est générale, on peut cependant citer des exceptions remarquables : le lac de Sylans est indiqué comme ayant une profondeur de 10 mètres dans Raverat (*Vallées du Bugey*, 1867, tome II, p. 100), tandis qu'il a 22^{m}; de même la profondeur du lac d'Ilay, estimée par les gens du pays à 8^{m} a été portée, par les sondages de M. Delebecque, à $30^{m},2$!

La profondeur est en rapport avec l'altitude : les lacs situés à des altitudes élevées sont généralement peu profonds ; les plus grandes profondeurs se rencontrent au contraire dans les grands lacs des plaines et des vallées sous-jurassiques ou sub-alpines, par exemple, dans le Bourget (altitude 231^{m}. ,profondeur 145^{m}.), d'Aiguebelette (alt. 374^{m}, prof. 71^{m}), Nantua (alt. 474^{m}, prof. 43^{m}) ; les lacs profonds de la haute montagne, comme Narlay (alt. 740^{m}, prof. 39), Saint-Point (alt. 851^{m}, prof. $40^{m},3$), Joux (alt. 1008^{m}, prof. 33), n'ont en somme qu'une profondeur médiocre ; la plupart des autres lacs très élevés sont très peu profonds : Boulu (alt. 1152) profondeur 9 mètres ; Mortes (1088), 18^{m} ; Bellefontaine (1088), 10^{m} ; Rousses (1075), 17^{m} ; Taillières (1037), 7 ; Malpas (925), 7 ; etc.

La profondeur maxima d'un lac et ses variations déterminant

le relief sous-lacustre sont aussi en rapport avec la structure orographique de la région, la hauteur des montagnes voisines, leur écartement, la présence de pentes hautes et rapides sur une ou deux de ses rives, la présence d'une faille, etc. ; l'espace nous manque pour développer ce point dont on peut cependant se rendre un compte suffisant en étudiant sur des cartes orographiques et géologiques les bassins où sont installés les lacs du Bourget, d'Aiguebelette, de Nantua, de Joux, de Saint-Point, de Narlay, d'Ilay, etc.

Voici, à titre de comparaison, la profondeur des autres lacs français les plus importants : lac Léman, 310 m ; lac Bleu ou lac Libéou (Hautes-Pyrénées), 116 m ; lac de Lespone (Hautes-Pyrénées)[1], 110 m ; lac d'Issarlès (Ardèche), 108 m ; lac Caillaouas (Hautes-Pyrénées), 101 m ; lac de la Girottaz (Savoie), 99 m ; lac Pavin (Puy-de-Dôme), 92 m ; lac d'Annecy, 81 m ; lac Cotepen (Isère), 70 m ; lac d'Oo (Haute-Garonne), 67 m ; lac de Tazanat (Puy-de-Dôme), 67 m ; lac Chauvet (Puy-de-Dôme), 63 m ; lac Lanoux (Pyrénées Orientales), 55m ; lac d'Oredon (Hautes-Pyrénées), 54 m ; lac de Gaube (Hautes-Pyrénées), 53 m ; etc. ; les autres ont moins de 50 m : les lacs des Vosges n'ont que 36 m (Gerardmer) et 30m (Longemer). Voy. Delebecque, *Nouv. Géographiques*, mars 1894, p. 34.

Note F.

DIMENSIONS DES LACS DU JURA.

Six grands lacs ont plus d'un kilomètre carré (100 hectares) et plus d'un kilomètre de longueur ; 13 lacs moyens ont plus de 20 hectares et au moins un kilomètre de longueur ; 47 sont de petits lacs, ayant une longueur inférieure à un kilomètre, et dont 11 ont de 10 à 20 hectares, 27 moins de 10 hectares, 9 moins de 2 ; on peut les classer ainsi par ordre de grandeur :

	SUPERF. — Hectares	LONG. — Kilom.		SUPERF. — Hectares	LONG. — Kilom.
1. Bourget	4400	18....!	4. Saint-Point	400	7....!
2. Joux.............	800	10....!	5. Chalin............	232	3....!
3. Aiguebelette	550	4....!	6. Nantua	141	2.500!

	SUPERF. Hectares	LONG. Kilom.
7. Abbaye	95	2.200 !
8. Remoray	95	1.500 !
9. Rousses	89	2
10. Brenet	79	1.600 !
11. Grand-Clairvaux	63	1.500
12. Ilay	60	2.... !
13. Chaillexon	58	3.500
14. Sylans	50	2.... !
15. Val-Dessus	49	1.700 !
16. Narlay	40	1.... !
17. Val-Dessous	35	1.100 !
18. Grand-Maclu	25	1.... !
19. Tallières	20	1.600
20. Bonlieu	20	0.700
21. Bartherand	19	0.700
22. Petit-Clairvaux	17	0.650
23. Grand-Etival	16	1....
24. Chavoley	13	0.500
25. Armaille (var.)	13	0.600?
26. Bellefontaine	12	0.650
27. Malpas	10	0.700 !
28. Burbanche (var.)	10	1.200 !
29. Fioget	10	0.650
30. Mortes	10	0.400
31. Arboréiaz	8	0.900
32. Bar	8	0.650
33. Antre	8	0.400
34. Genin	8	0.350 !
35. Pluvis	7-8	0.650
36. Hôpitaux	7	0.800 !
37. Vernois	7	0.500
38. 1er St-Jean-de-Ch.	6-7	0.300
39. Petit-Maclu	5-6	0.550
40. Mornieu	5	0.300
41. Ambléon	4 1/2	0.400
42. Foncine	4 1/2	0.350
43. 2e St-Jean-de-Ch.	4-5	0.250
44. Petit-Etival	4	0.450
45. Ter	4	0.250
46. Viry	4	0.220
47. Boulu	3 1/2	0.350
48. 1es Conzieu	3	0.300
49. Rouges-Truites	3	0.250
50. Brenets	3	0.350
51. Virieu	3	0.200
52. Perrets	2-3	0.300
53. Viremont	2	0.300
54. Martigna	2	0.300
55. 2e Conzieu	2	0.300
56. Chailloux	1 3/4	0.200
57. Fort-du-Plâne	1 1/2	0.240
58. Fauge	1 1/2	0.200
59. Onoz	1 1/2	0.150
60. Crenans	1	0.200
61. Crotel	1	0.200
62. 2e Pugieu	1	0.170
63. Censière	1	0.150
64. 3e Conzieu	1	0.120
65. Trouillot	1/3	0.080
66. 1er Pugieu	1/4	0.070

Plusieurs de ces lacs subissent des variations considérables, notamment ceux d'Armaille, de la Burbanche, des Hôpitaux. Pour les lacs marqués du signe (!), les valeurs sont certaines, mais données en chiffres ronds ; pour tous les autres, elles ne sont qu'approximatives, mais suffisamment approchées et comparatives.

Note G.

ALTITUDE DES LACS JURASSIENS.

Les lacs du Jura sont échelonnés sur une étendue altitudinale de 942 mètres, depuis le plus bas, le lac de Pluvis (alt. 210 m), jusqu'au plus élevé, le lac du Boulu (alt. 1152m) ; 9 sont

au-dessus de 1000 mètres ; 37 lacs, véritablement montagnards, sont situés entre 400 et 1000 mètres ; 20 ont une altitude inférieure à 400 mètres.

On remarquera que le plus élevé (Boulu) est placé à peu près au milieu de la région lacustre, à égale distance de ses deux extrémités (Chaillexon-Aiguebelette) et sous le parallèle du plus grand lac sous-jurassique, le Léman.

Les lacs peuvent être ainsi classés, d'après leur altitude certaine ou approximative :

	Mètres		Mètres
1. Boulu	1.152	34. Viremont	658
2. Bellefontaine	1.088	35. Ambléon	630
3. Mortes	1.088	36. Crenans	620
4. Rousses	1.075	37. Sylans	584
5. Tallières	1.037	38. Onoz	569
6. Ter	1.023	39. Martigna	550 ?
7. Joux	1.008	40. Petit-Clairvaux	534
8. Brenet	1.008	41. Grand-Clairvaux	534
9. Trouillot	1.000?	42. Crotel	528
10. Malpas	925?	43. Val-Dessus	520
11. Rouges-Truites	915	44. Val-Dessous	518
12. Fauge	900 ?	45. Chalin	500
13. Foncine	886	46. Nantua	474
14. Fort-du-Plâne	885	47. Aiguebelette	374
15. Abbaye	879	48. Mornieu	368
16. Brenets	879 ?	49. 3e Conzieu	351
17. Perrets	879 ?	50. 2e —	351
18. Remoray	853	51. 1er —	351
19. Saint-Point	851	52. Hôpitaux	350
20. Genin	831	53. Chavoley	347
21. Antre	824	54. La Burbanche	343
22. Bonlieu	803	55. Arboréiaz	340
23. Grand-Etival	796	56. Armaille	330
24. Petit-Etival	796	57. Chailloux	326
25. Censière	790 ?	58. 2e Saint-Jean-de-Chevelu	303
26. Viry	780 ?	59. 1er St-Jean-de-Chevelu	303
27. Petit-Maclu	779	60. Bartherand	300
28. Grand-Maclu	779	61. Virieu-le-Grand	260
29. Ilay	777	62. 2e Pugieu	259
30. Narlay	755 ?	63. 1er —	257
31. Chaillexon	752	64. Bar	248
32. Fioget	744	65. Bourget	231
33. Vernois	705 ?	66. Pluvis	210

Les altitudes des lacs suivants sont incertaines et demandent une vérification : Trouillot, Malpas, la Fauge, Brenet, Perrets, Censière, Viry, Narlay, Vernois, Crenans, Ambléon, Martigna,

Chailloux, Mornieu ; les chiffres que nous avons donnés provisoirement résultent de nos observations barométriques; Ogérien et Lamairesse indiquent de leur côté des altitudes différentes que nous reproduisons à titre de renseignements : Brenets, 920 m (Og.), 939 (Lam.); Perrets, 920 (Og.), 905 (Lam.); Vernois, 707 (Og.); Censière, 625 (Og.) ; Crenans, 870 (Lam) ; Martigna, 612 (Og.), 578 (Lam.) ; Viry, 803 (Og.), 830 à 850 (Lam.) ; signalons enfin les erreurs manifestes qu'on peut relever dans l'ouvrage du frère Ogérien, qui donne au lac du Boulu 1050 mètres au lieu de 1152 ; au lac des Mortes 709 pour 1088; à ceux de l'Abbaye, 887 pour 879; de Bonlieu, 850 pour 803; d'Ilay, 802 pour 777 ; de Maclu, 700 pour 779 ; de la Censière, 625 ; de Narlay, 800 ; d'Antre, 732 pour 824 ; de Martigna, 612 ; de Chalin, 525 pour 500 ; d'Etival, 780 pour 796 ; Lamairesse indique aussi par erreur 1227 au Boulu, 870 à Crenans ; une autre erreur considérable d'Ogérien est cette affirmation que le lac des Rousses « est le lac le plus élevé du Jura », tandis qu'il n'arrive qu'en quatrième ligne !

Note II.

COLORATION ET TRANSPARENCE

Coloration. — Quarante-huit lacs, dont nous avons examiné, M. Delebecque et moi, la coloration, en la comparant avec la gamme Forel, nous ont donné presque toujours des teintes comprises entre les divisions V et XI de cette gamme, c'est-à-dire dans les tons *verts* et *jaunes* ; seul, le lac du Bourget a une eau *bleue*, comprise entre les nos III et IV (1).

Deux lacs m'ont paru d'un vert presque bleu = V : ce sont les lacs du Boulu et de Virieu-le-Grand ; 37 nettement *verts*,

(1) Comme lacs *bleus* on peut citer les lacs Léman, de Garde, d'Annecy, parmi les grands lacs ; — Lucel, Kandersteg et l'Achensée, parmi les petits; les lacs du nord de la Suisse (Constance, etc.) sont verts. J'ai observé aussi la coloration bleue dans le lac de Paladru ; mais il appartient à la région sous-jurassienne des Terres-froides, et non à la région jurassienne proprement dite ; le lac du Bourget est aussi un lac presque sous-jurassique.

2 entre V et VI (Onoz, 1er Conzieu), 2 = VI (3e Conzieu, Aiguebelette), 1 de VI-VII (Armaille), 7 = VII (Joux, Brenet, Abbaye, Ilay, Chalin, Petit-Clairvaux, 2e Conzieu), 6 de VII-VIII (Val-Dessus, Viremont, Nantua, La Burbanche, Bar, Ambléon, Chailloux), 5 = VIII (Saint-Point, Remoray, Petit-Maclus, Vernois, Fioget), 5 de VIII-IX (Malpas, Narlay, Pugieu, les 2 de Saint-Jean-de-Chevelu), 4 = IX (Tallières, Grand-Clairvaux, Grand-Etival, Sylans), 5 de IX-X (Chaillexon, Foncine, Val-Dessous, Bertherand, Pluvis); — enfin, 7 jaunes, dont 3 avec la teinte X (Rouges-Truites, Fort-du-Plâne, Grand-Maclus), 3 de X-XI (les Hôpitaux, Chavoley, Arboréiaz), 1 = XI (Bonlieu).

Les lacs de tourbières (Malpas, Viremont, Onoz, etc.) ont ordinairement une coloration jaune-vert fortement rabattue par la teinte noire du fond tourbeux, dont la faible profondeur permet aux rayons lumineux réfléchis de revenir à l'observateur (1).

Mais ces nuances peuvent présenter des modifications soit dans les diverses parties d'un lac (cf. Bourget, IV-V vers la beine), soit après la pluie ou par l'agitation de l'eau, modifications dues probablement au brassage des particules en suspension (cf. lac de Nantua, 5 septembre = VII-VIII ; grand vent ; 6 septembre = IX) ; elles peuvent aussi subir des variations dans le cours de l'année, comme il semble résulter des comparaisons faites entre mes observations et celles de M. Delebecque pour le même lac, mais à des époques différentes :

	Delebecque		Magnin
	—		—
Ex. : Ilay	avril = VII	....	août = VII-VIII.
Chavoley	mars = X-XI	....	— = IX-X.
Bertherand	— = IX-X	....	— = VIII-IX.
Armaille	— = VIII	....	— = VI-VII.

C'est pourquoi dans le *mémoire* complet qui paraîtra plus tard sur les *Lacs du Jura*, j'indiquerai avec soin les *dates* des observations et toutes les circonstances qui ont pu influer sur la coloration de l'eau des différents lacs ; mais on peut dire dès

(1) Cette coloration des eaux des tourbières paraît se rapprocher davantage du *bleu-vert* (cf. Boulu, Virieu, Onoz, etc.).

maintenant que ces modifications sont faibles et n'apportent aucune exception à cette loi générale que *tous les lacs du Jura* (à l'exception du Bourget) sont *verts* ou *jaunes.*

On a donné plusieurs explications des colorations *bleue* ou *verte* qui caractérisent les différents lacs et les diverses régions de l'Océan; je me bornerai à rappeler qu'il est maintenant admis que la coloration *bleue* est la couleur normale de l'eau pure, vue sous une épaisseur suffisante (1); pour la teinte verte, les explications sont diverses; des naturalistes admettent qu'elle est produite par la combinaisou de la couleur bleue normale avec la couleur jaune d'un principe d'origine organique qui s'y trouve mélangé (2); elle serait due pour d'autres physiciens, à la présence de particules en suspension, colorées *ou non*, donnant, par l'absorption des autres radiations, une teinte jaune d'autant plus intense que ces particules sont plus volumineuses; cette coloration jaune s'ajoutant à la coloration bleue normale de l'eau produirait la coloration *verte* de nos lacs jurassiens (3); leur eau parait, en effet, chargée de matières ténues, en suspension, comme le prouve leur faible transparence (4).

Transparence. — La limite de visibilité du disque de Secchi n'est, en effet, le plus fréquemment, que de 3 à 6 mètres, en moyenne, dans les lacs que nous avons observés M. Delebecque et moi; la plus faible transparence a été trouvée de 1 m. 80, la

---

(1) Spring, *Revue scientifique*, 1883, p. 161.

(2) Du moins pour les eaux vertes de l'Océan, où la matière colorante jaune serait due à la phycophéine des nombreuses algues unicellulaires qui les caractérisent : voy. G. Pouchet, *Association française pour l'avancement des sciences*, Toulouse, 1887, p. 596 ; Pau, 1892, p. 326.

(3) Les diverses explications qu'on a proposées des différentes colorations de l'eau sont bien résumées dans le *Rapport* de M. Thoulet, 1890, pp. 38 à 42.

(4) La détermination de la couleur d'un lac demande quelques précautions : il faut se placer dans la région pélagique (eau noire, eau bleue) et comparer les nuances des tubes avec celle de l'eau *vue dans la verticale*, en évitant le mélange de la lumière réfléchie à la surface de l'eau : pour cela, se pencher sur le bord du bateau et regarder dans l'image sombre de sa tête, ou mieux encore dans l'ombre d'un parapluie noir déployé au dessus de la tête de l'observateur.

plus grande de 11 m. ; mais il faut noter que les chiffres si faibles de 1 m. 80 ont été obtenus en été, dans de petits lacs qui se troublent facilement par la pluie (Chavoley, Saint-Jean-de-Chevelu, etc.) et que la plupart de mes observations, de même que celles de M. Delebecque, ont été faites à des époques variables de l'année, mais différentes pour beaucoup de lacs et rarement en hiver ; or, la transparence présente des variations considérables suivant les saisons ; pour le lac de Genève, par exemple, où on l'a étudiée à différents moments de l'année et pendant plusieurs années, la transparence, qui n'est en moyenne que de 6 m. 6 en été, atteint 12 m. 7 en hiver, avec un maximum qui a été trouvé de 21 m., le 21 février 1891 (1). Nos observations ne sont donc pas comparables et il est nécessaire de les compléter par des séries recueillies, le plus souvent possible, dans le cours de plusieurs années, afin de pouvoir déterminer la valeur moyenne de cette transparence, l'étendue et les causes de ses variations, au moins pour les plus importants des lacs jurassiens (2).

On peut cependant retenir la transparence plus grande observée dans quelques lacs, comme Lac-Dessous (6 m 50), Lac-Dessus (7m 50), Grand-Maclus (8m 50), Virieu, (9 m), Ambléon (11m) ; pour ce dernier lac, le chiffre de 11m observé par moi, fin août 1892, paraît bien être l'indice d'une transparence remarquable de ses eaux, car M. Delebecque avait déjà constaté pour ce lac, une visibilité de 9m 50, au mois de mars de la même année (3). Les lacs de tourbières, qui ne reçoivent pas

---

(1) Forel, *Soc. phys. et hist. nat. de Genève*, 17 mars 1892 ; dans *Arch. de Genève*, 15 mai 1892, p. 566.

(2) Quelques mesures que j'ai fait prendre (tous les huit jours) par un observateur consciencieux (M. Zéphirin Barthelet) dans le lac de Saint-Point, m'ont donné des résultats intéressants, bien qu'ils ne se rapportent encore qu'à une seule année ; le maximum de transparence a été observé, sous la glace, en décembre et en janvier (Ex. 10m les 4, 6, 9 janvier 1894); les plus faibles (2m et 2m 50) en mars, au commencement du dégel, et en mai après la pluie ; en janvier, elle s'est maintenue de 6 à 10m ; en août, septembre et octobre, de 5m 10 à 5m 80, moyenne, 5m 55 ; en juin et juillet, 3 à 5m, moyenne 4m 20 ; etc.

(3) Il n'en est pas de même du chiffre de 10m 30 obtenu à la même époque par M. Delebecque pour le lac d'Armaille, cette transparence s'étant abaissée à 3m 60, lorsque je l'observais au mois d'août suivant.

d'affluents directs ou dont l'eau d'alimentation est filtrée par la tourbe ou les sphaignes, paraissent aussi, en général, d'une transparence plus grande et plus régulière que les lacs *vaseux* qui se troublent facilement à la suite des pluies ou par la simple agitation des vagues (1).

Note I.

RECHERCHES LIMNOLOGIQUES.

Une étude limnographique complète envisage la description d'un lac, ou des lacs d'une région, aux divers points de vue suivants :

I. Renseignements *topographiques* : situation, altitude, forme, dimensions, (longueur, largeur, profondeur moyenne et maximale, superficie, volume), plan et profil (courbes isobathes, caractères et particularités du relief sous-lacustre, des bords, de la beine, du mont, de la plaine, présence de barres, cuvettes, monticules sous-lacustres, îles, etc.) ; bassin d'*alimentation*, limites, superficie, pluie annuelle, affluents (sources et ruisseaux aériens, sources de fonds), émissaires (aériens, souterrains, entonnoirs, etc).

II. *Nature du sol* : assiette géologique ; composition minéralogique et chimique des bords, de la beine, du fonds; dépôts vaseux, sableux, etc.

---

(1) Il serait très intéressant d'avoir des observations continues et d'assez longue durée des *variations de transparence* de nos lacs jurassiens ; elles sont faciles à faire ; il suffit d'attacher une *assiette émaillée*, large environ de 15 à 20 centimètres, à l'extrèmité d'une petite corde, de la descendre *lentement*, en notant le moment de sa disparition; noter, de même, le moment où elle réapparait, en remontant ; mesurer les deux longueurs de corde et *prendre la moyenne* ; mais ces observations doivent être faites toujours, par la même personne, avec le même appareil, à la même place du lac (dans la partie profonde), au même moment de la journée (vers le milieu du jour), autant que possible par le soleil, en ayant soin d'éviter l'ombre de la barque, et au moins une fois par semaine ; noter aussi l'état du ciel au moment de l'observation, s'il a plu les jours précédents, si le niveau du lac a augmenté ou diminué, enfin toutes les circonstances qui auraient pu modifier les caractères de l'eau.

III. *Nature des eaux* : des affluents, du lac, des émissaires.

Limnimétrie : variations de hauteur, vagues, courants, seiches, etc.

Propriétés physiques : coloration, transparence, matières en suspension ; température, courbes isothermes ; congélation, dates moyennes et extrêmes du gel et du dégel, épaisseur de la glace et durée de la prise totale.

Propriétés chimiques : composition de l'eau, variations en profondeur, comparaison avec la composition chimique de l'eau des affluents et des émissaires, etc.

IV. *Biologie* lacustre : habitants végétaux et animaux : *Flore* et *Faune*, littorales, pélagiques, profondes ; modifications dans les divers points du lac, au voisinage des affluents, des émissaires, etc ; rapports entre la flore et la faune, entre elles et la composition de l'eau, ses mouvements, etc. ; variations des limites inférieures de la flore et de la faune littorales avec la transparence de l'eau, la température, etc. ; origine des flores et faunes lacustres, espèces spéciales au lac, espèces immigrées, etc.

V. *Histoire du lac :* 1° *Origine :* causes de formation, origine orographique (combes, effondrements, affaissements, etc.), agents d'érosion (eaux, glaciers), barrages (moraines, éboulements), mixtes : — 2° *Modifications* préhistoriques, historiques (habitations lacustres ; apparitions, disparitions récentes, etc.) ; — Légendes.

VI. *Utilisation* : usages alimentaires ; aquiculture (pisciculture) ; industries diverses, force motrice, exploitation de la glace ; origine de sources éloignées utilisées à leur tour, etc.

Les procédés d'exploration employés dans les recherches afférentes à ces divers paragraphes demanderaient d'assez longs développements ; je donne ici, dans les autres notes complémentaires, quelques renseignements sur l'observation de la coloration, de la transparence, de la température, de la congélation et autres phénomènes d'une constatation facile ; pour les autres, qui exigent un outillage plus compliqué, comme les travaux hydrographiques et cartographiques, l'étude des seiches, les dragages en vue de récolter les animaux et les plantes des régions profondes et pélagiques, le plankton, etc., je

renvoie aux ouvrages généraux de THOULET (*Océanographie* et *Rapport sur les lacs suisses*, 1890) ; FOREL (*Le Léman*, 1892) ; REGNARD, (*La vie dans les eaux*, 1891) ; et surtout aux articles de vulgarisation de MM. THOULET, (*Revue scientifique*, 16 août 1890, p. 197-202) ; DELEBECQUE, (*Revue générale des sciences*, 15 avril 1892, p. 233-240) ; POUCHET, (*Revue scientifique*, 3 juin 1893, p. 677-678), etc., qui en donneront une idée suffisante

Note I *bis*

DESCRIPTION DU SONDEUR BELLOC (fig. 6-7)

Grâce à l'obligeance de M. Belloc, je puis donner ici le dessin de l'appareil qu'il a imaginé pour exécuter avec rapidité et précision les sondages dans les lacs. Il se compose d'un tambour A sur lequel s'enroule un fil d'acier de 4/10 de millimètre de diamètre, et d'une poulie D, dite métrique, munie d'un compteur de tours sur laquelle passe le fil, dont l'extrémité est munie d'un poids ou plomb de sonde. Comme le mouvement relatif de la poulie et du fil est un mouvement de roulement sans glissement, la quantité de fil déroulé, dans la chute verticale du poids, est proportionnelle au nombre de tours de la poulie, qui est donné par le compteur (1).

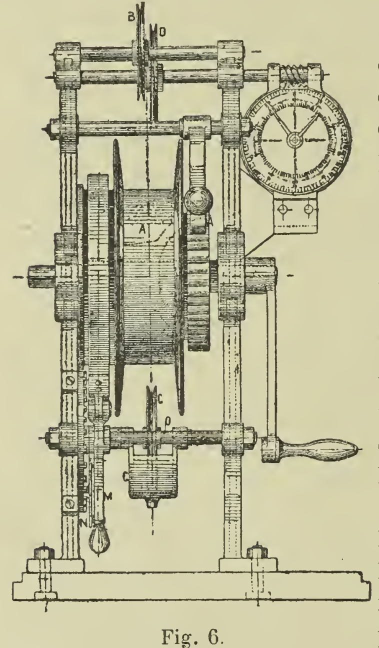


Fig. 6.

Cet appareil, du poids de 20 kilogr., est indispensable pour l'exploration des lacs profonds; mais pour la plupart de nos petits lacs jurassiens, on peut

(1) Voy. la description complète dans Em. BELLOC, *Nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier,* Paris, 1892, p. 5-10.

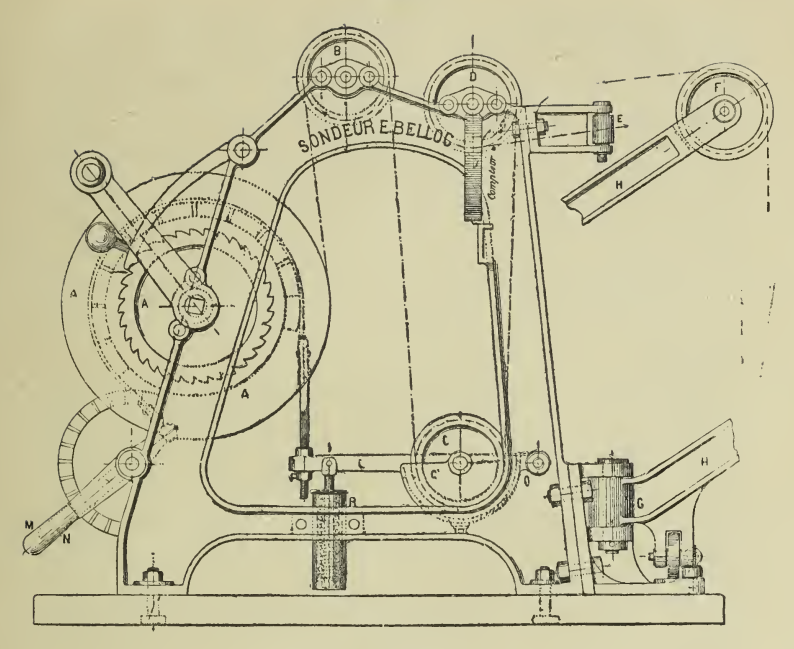


Fig. 7.

se contenter de l'appareil réduit de M. Belloc, qui ne pèse que 4 kilogr. et permet d'enrouler 350 mètres de fil d'acier, ou bien d'un petit treuil semblable à celui figuré dans Forel (*Le Léman*, p. 5) ; c'est ce dernier modèle que j'ai employé dans mes explorations ; ici, le fil de sonde est une cordelette, qui a l'inconvénient de subir dans l'eau des variations de longueur ; mais il est facile de les corriger, et elles sont de peu d'importance pour les profondeurs relativement faibles de la plupart de nos lacs.

Note J.

FORME, PROFIL DES LACS ET RELIEF SOUS-LACUSTRE.

Forme. — Les lacs du Jura sont allongés, ou arrondis, ou irréguliers ; leur forme est surtout sous la dépendance de la topographie de la région : les lacs longs occupent le fond d'une

vallée longitudinale, une combe étroite ; ce sont les plus importants par leurs dimensions et leurs profondeurs, comme ceux du Bourget, de Joux, de Saint-Point, de Chaillexon, de l'Abbaye, des Rousses, des Tallières, de Chalin, d'Etival, de Malpas, du Boulu, d'Ilay, de Maclus, Nantua, Sylans, Hôpitaux, Chambly, du Val, Conzieu, Bar, etc. ; la plupart de ces lacs ont une *direction* parallèle aux chaînes et aux plis du Jura ; quelques-uns cependant font exception, comme Chalin, Valdessous, Val-dessus, Nantua, Sylans, Virieu, Bar, Pluvis, dont la direction *transversale* est due à leur situation dans une large vallée d'alluvion, une cassure ou une cluse, une faille secondaire.

Une seconde série comprend des lacs plus ou moins arrondis, situés dans des vallons largement ouverts ; ces lacs sont ordinairement stagnants ou tourbeux, peu profonds ; par exemple, Bouverans, Ter, Mortes, Bellefontaine, Foncine, Fort-du-Plâne, Brenets, Perrets, Antre, Onoz, Viremont, Viry, Genin, Ambléon , Armaille , Chavoley , Chailloux , Mornieu , Pugieu, Saint-Jean-de-Chevelu, etc.

Notons encore la forme spéciale, triangulaire, des lacs de Narlay et d'Aiguebelette, remarquables aussi par leur profondeur.

Profil des lacs. — Les lacs conjugués, (Voy. note D précédente), traces des accidents du plafond d'anciens lacs simples, nous amènent naturellement à étudier les particularités actuelles du plafond des lacs jurassiens ; il faut distinguer à ce sujet les trois catégories suivantes de lacs.

1° Les *lacs-étangs*, peu profonds, de faible étendue, dont la cuvette ne présente pas sur ses bords les modifications caractéristiques des lacs ordinaires ; ces lacs sont nombreux dans le Jura : Ambléon, Antre, Armaille, Bonlieu, Boulu, la Burbanche, Chailloux, Fioget, Hôpitaux, etc. (fig 8).

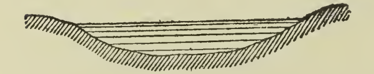


Fig. 8. Lacs stagnants.

2° Les *lacs de tourbières*, dont les bords sont généralement

à pic ou surplombant, par suite de l'avancement de la prairie tourbeuse à la surface de l'eau ; nous citerons comme exemples : Arboréiaz, Brenets, Censière, la Fauge, Conzieu, Crenans, Crotel, Onoz, Pugieu, Saint-Jean-de-Chevelu, Viremont, Viry, et partiellement, en quelques points seulement de leurs bords : Tallières, Foncine, Mornieu, Rouges-Truites, Rousses, etc. (fig. 9).

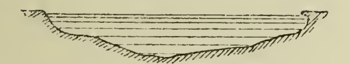


Fig. 9. Lacs de tourbière.

3° Les *lacs véritables* ou *lacs à beine*, lacs assez étendus et assez profonds pour que les vagues agissant avec force, déterminent sur leurs bords la formation d'une beine ou blanc-fond. Le profil est alors tout-à-fait caractéristique : sous l'action incessante des vagues, le bord primitif *a b* est érodé dans sa partie *a c d*; il se forme un nouveau bord plus abrupte *a d* et une surface à peu près horizontale, la *beine d e*, composée de deux parties, la *beine d'érosion d c* et la *beine d'alluvion c e*, cette dernière résultant des matériaux dus à l'érosion du bord primitif ; la pente nouvelle ainsi formée *e b*, constitue le *mont*, qui se continue par le restant du *talus* primitif *b f* et par le plafond ou *plaine* du lac *f g* (1), (fig. 10).

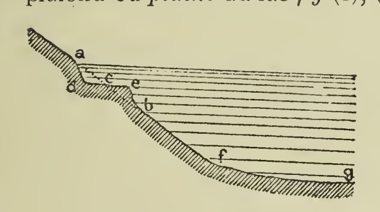


Fig. 10. Lacs à beine.

La *beine* (Lac Léman) ou *blanc-fond* (Lac de Neuchâtel), ou simplement le *blanc* (Jura) par opposition au *noir* (parties profondes du lac), s'étend à la profondeur de 2 à 5 mètres au-dessous des eaux moyennes ; sa profondeur et son étendue sont différentes selon la puissance des vagues, par conséquent,

---

(1) Cf. Forel, *Le Léman*; Thoulet, *Rapport*; Delebecque, *Revue générale*.

suivant les dimensions du lac, son orientation et la nature de ses bords.

Les bordspeuvent du reste présenter de nombreuses variations suivant leur nature vaseuse, graveleuse, sableuse, tourbeuse, rocheuse ; ils peuvent être en pente douce ou rapide ; un certain nombre de lacs sont *adossés* à une muraille plus ou moins fortement redressée ; ces bords *accores* sont alors dépourvus de beine, comme on le voit sur les rives *orientales* des lacs d'Aiguebelette, des Grand et Petit-Maclus, d'Etival, de Narlay, etc., sur les bords *occidentaux* des lacs du Bourget, de Joux, Brenet, etc., ou *méridionaux* de Bar, de Nantua, et partiellement dans les lacs de Nantua, Sylans, les Hôpitaux, etc.

Le *plafond* est ordinairement régulier et constitué par une surface plane plus ou moins étendue (lacs de l'Abbaye, Ambléon, Chaillexon, Chalin, Val-dessus, Clairvaux, Genin, Brenet, Maclus, Nantua, Narlay, Remoray ; tous les lacs stagnants, tous les lacs de tourbières) ; mais chez quelques lacs, le fond a un relief très tourmenté, pouvant présenter une succession de seuils et de dépressions, des monticules sous-lacustres et des îles émergées ; le lac du Bourget, par exemple, possède un petit bassin secondaire de 46 mètres de profondeur, dans la baie de Grésine ; le lac de Sylans, deux bassins, l'un de $16^{m}5$, l'autre de $22^{m}2$; le lac d'Ilay, 5 bassins ayant respectivement les profondeurs de $13^{m}2$, $14^{m}9$, $25^{m}7$, $28^{m}6$, $30^{m}2$; le lac d'Aiguebelette, 6 bassins de $28^{m}4$, $29^{m}6$, $20^{m}4$, $71^{m}1$, $46^{m}9$ et $46^{m}5$; enfin le lac de Saint-Point, 8 bassins ayant, du S. au N., $34^{m}2$, $39^{m}7$, $40^{m}3$, $34^{m}2$, $34^{m}2$, $34^{m}4$, $10^{m}2$, $6^{m}5$.

Les lacs suivants ont des monticules ou ilots sous-lacustres plus ou moins élevés sur le fond du lac : Narlay en a un s'élevant à 5 mètres de la surface, Aiguebelette, 2 ; le Bourget, 3 ; le lac de Joux en possède 18, la plupart recouverts seulement par 5 mètres d'eau, les autres par $4^{m}6$, 10 et 12 mètres.

Dans quelques lacs, ces monticules deviennent des *îles* complétement émergées : dans le lac d'Aiguebelette, on en voit 2, dépassant seulement de $0^{m}50$ la surface du lac ; dans le lac de l'Abbaye, une île s'élève aussi très peu au-dessus de l'eau ; une île rocheuse, dont le sommet est élevé de 8 à 10 mètres, et qui est garnie de beaux arbres, a fait donner au lac d'Ilay le nom de

lac de la Motte (1) ; signalons aussi les *îlots tourbeux* flottants ou mouvants des lacs de Viry (2), des Rouges-Truites et de Crenans.

Note K.

TEMPÉRATURE DES LACS.

Dans un lac, la température varie avec la profondeur, en déterminant des couches *isothermes,* plus ou moins horizontales, à température ordinairement décroissante de la surface au fond (stratification thermique directe), plus rarement croissant de la surface aux parties profondes (stratification inverse) ; les températures de ces couches subissent elles-mêmes des variations journalières, saisonnières, annuelles et probablement lustrales et séculaires.

Au point de vue de leur stratification thermique et des variations annuelles de température, M. Forel (3) reconnait trois types dans les lacs d'eau douce :

1° *Les lacs tropicaux*, à stratification toujours *directe*, comme la Méditerranée, le lac de Genève ;
2° *Les lacs tempérés*, à stratification *alternante*, c'est-à-dire, *directe* en été, *inverse* en hiver ;
3° *Les lacs polaires*, à stratification toujours *inverse*.

Chacun de ces types se subdivise en deux classes, suivant que la température des couches profondes est variable ou invariable, au-dessus ou au-dessous de + 4°. Le deuxième type (lacs tempérés), par exemple, comprend :

1re classe : *Lacs de grande profondeur*, dont les eaux inférieures sont invariables, aux environs de + 4°, comme le lac de Constance ;
2e classe : *Lacs de faible profondeur*, dont les eaux inférieures sont variables, au dessus et au dessous de 4°.

Tous les lacs du Jura se rapportent au deuxième type (lacs tempérés, à stratification thermique alternante) et, pour la plu-

---

(1) Les îles de ces deux lacs sont rattachées au bord voisin par un isthme submergé faiblement.

(2) L'îlot flottant de Viry est, depuis quelques années, fixé vers le bord septentrional du lac.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1889, p. 587.

part, à la deuxième classe de ce type, c'est-à-dire aux lacs ayant une température de fond variable; le lac du Bourget est le seul qui appartienne à la première classe.

On distingue, en effet, trois régions thermiques dans l'épaisseur d'un lac : la région profonde, ou *abyssale*, qui ne commence qu'à une distance de 100 ou 150 mètres de la surface, et qui est caractérisée par une température à peu près constante, voisine de + 4° (1) ; — la région *moyenne*, s'étendant de 15 mètres à 150 mètres ou 100 mètres, et subissant des variations annuelles ; — la région *superficielle*, ne dépassant pas 10 ou 15 mètres de profondeur, soumises à des variations annuelles et diurnes (hémérales : Forel), se réchauffant le jour, se refroidissant la nuit, etc.

A cause de leur faible profondeur, les lacs du Jura n'ont que les régions moyenne et superficielle ; on ne possède malheureusement pas d'observations assez nombreuses et faites aux diverses époques de l'année pour établir les lois des variations saisonnières et annuelles, ainsi que leurs modifications dans les différents lacs (2) ; les trop rares mesures qui ont été prises jusqu'à présent et à une ou deux époques seulement de l'année pour la plupart des lacs, me permettent cependant de signaler les particularités suivantes :

Dans la région superficielle, la température, sujette à de grandes et nombreuses variations journalières, ne présente, au même moment, que de légers écarts dans les 5 ou 10 premiers mètres; on ne constate souvent que 2° ou 3° de différence entre la surface et ces profondeurs ; cette différence devient même nulle par les temps d'orage, par l'agitation de l'eau ; au-dessous,

(1) Pendant l'été, les températures observées dans les grands fonds des lacs ont été les suivantes : Lac Léman, 5° 2 de 140 à 300 mètres de profondeur (22 août 1879) ; Bourget, 5° 7 à 115 mètres (22 octobre 1883) ; Aiguebelette, 4° 2 à 71 mètres (26 août 1891), etc.

(2) Il conviendrait, comme le conseille M. Forel, de procéder pour chaque lac, au moins, aux observations suivantes : 1° Chaque jour, température de la surface, vers midi ; 2° chaque deuxième mois, pendant une ou deux années consécutives, températures des couches supérieures et moyennes, aux profondeurs de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 80 et 100 mètres ; 3° enfin, pour les lacs profonds, une fois par an, pendant plusieurs années, température de la couche abyssale.

c'est-à-dire de 7 à 15 mètres, la décroissance est plus rapide et atteint 9 à 10° ; les moyennes de mes observations d'été et d'automne donnent en effet : pour 19-20° à la surface, 19° à 5 mètres,

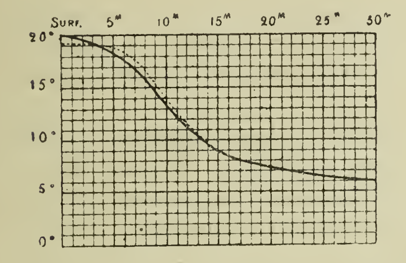


Fig. 11.
Courbe des températures.

10° à 7 mètres, 14° à 10 mètres, 9° à 15 mètres (1); mais ces rapports varient avec l'état du temps, l'orientation et la forme du lac, toutes particularités ayant une influence sur l'intensité du brassage de l'eau par le vent et sur les courants qui s'établissent de la profondeur à la surface, causes principales du réchauffement des couches profondes.

La température de la région moyenne ne baisse pas avec la même rapidité : de 15 à 30 mètres, par exemple, la différence n'est que de 3° en moyenne ; vers 30 mètres, la température se tient entre 5° et 6° ; exemples : *Saint-Point*, 6°4 (sept. 1891, Delebecque), 5°7 (mai 1894 !), à 40 mètres ; *Chalin*, 5°3 à 33 mètres (juillet) ; *Nantua*, 5°1 à 40 mètres (septembre) ; *Paladru*, 5°6 à 33 mètres ; *Remoray*, 4°8 à 27 mètres, etc.; la température rela-

---

(1) Une série d'observations faites dans le *lac de Saint-Point*, les 20 septembre 1891 et 14 octobre 1893 par M. Delebecque, les 31 juillet 1892, 14 mai, 16 et 17 juin 1894, par moi, — dont je donnerai tous les détails dans une publication spéciale, — me permettent d'établir, pour la période comprise entre mai et octobre, les moyennes suivantes : surface, 14° 3 ; 5^m, 13° 1 ; 10^m, 10° 9 ; 15^m, 8° 4 ; 20^m, 7° 7 ; 25^m, 7° ; 30^m, 6° 6 ; 40^m, 6° 3 ; — les variations (de mai à octobre) ont été, à la surface, de 10° (10° — 20°) ; à 5^m, de 6° 7 (9° 8 — 16° 5) ; à 10^m, de 3° (9° 4 — 12° 4) ; à 15^m, de 2° 1 (7° 4 — 9° 5) ; à 20^m, de 1° 2 (6°8 — 8°) ; à 25^m, de 1° 1 (6° 5 — 7° 6) ; à 30^m, de 1° 4 (5°,8 — 7° 2) ; à 35^m, de 1° 2 (5°,8 — 7°) ; à 40^m de 1° 1 (5° 8 — 6° 9) ; — les températures extrêmes de la masse totale ont présenté un écart de 12° 9 en juillet, de 10° 4 en septembre, 6° 2 en juin, 5° 1 en octobre, 4° 1 en mai.

tivement plus élevée du fonds de Saint-Point comparée à celle du fonds de Remoray s'explique précisément par la forme et l'orientation différentes de ces deux lacs, comme M. Delebecque l'a montré (1).

Parmi les autres causes de variations de la température de l'eau, je signalerai l'influence du voisinage du sol, de la présence de sources de fond, de la nature particulière des fonds tourbeux.

L'influence du sol sur la température de la lame d'eau voisine est certaine : M. Thoulet a observé dans les lacs des Vosges que la température de l'eau s'élève au contact immédiat du sol formant les parois et la cuvette du lac (2) ; le professeur Richter de Graz a fait la même observation ; j'ai constaté au lac de Saint-Point, que le voisinage du sol *élève* la température de l'eau, au-dessous de 20 mètres de profondeur en moyenne, mais qu'il *l'abaisse* dans les parties des parois situées au-dessus ; or, la profondeur de 20 mètres se trouve avoir en moyenne, en été, la température de 7° qui correspond précisément à la température moyenne du sol, comme le prouvent les températures des sources de la région, voisines de 7° (3); d'autre part, la température des couches voisines du sol se maintient à une constance remarquable, aux diverses profondeurs, au-dessous de 20 mètres; j'ai, en effet, observé le 17 juin, *6°8* à 27 mètres, à 34 mètres et à 41 mètres ! et la veille, 6°6 à 29 mètres, 6°5 à 33 mètres (toujours au voisinage du sol !)

Les sources sous-lacustres apportent au lac des eaux d'une température ordinairement différente : mais leur influence est variable suivant leur profondeur et suivant les saisons ; la source profonde du Boubioz, dans le lac d'Annecy, amène des eaux relativement chaudes en toutes saisons (11°8 à 80 mètres de profondeur, pendant l'hiver 1890-1891, tandis que celle du

(1) *Comptes-rendus* 1892, t. CXIV, p. 32 ; *Arch. des sc. phys.* 1892, t. XXVIII, p. 133 ; *Rev. génér. des sc.*, 15 oct. 1892, p. 239.

(2) *Comptes-rendus* 1894, 21 mai.

(3) J'ai observé à la *Source bleue* 7° 8, le 14 juin 1893, 7° 7 le 13 mai 1894 (cf. Delebecque 7° 7, le 14 octobre 1893) ; à la source de *Malbuisson*, 7° 7 le 13 mai 1894, 7° 9 le 18 juin 1894 ; à la source du *Bivoiron*, 7° 7, etc. ; à la source intermittente de Fontaine-Ronde, 7° 2, le 14 mai 1894, etc.

fond du lac était de 3°8 à 65 mètres de fond (1) ; lorsque les sources sont peu profondes, leur température, qui varie peu, est en général plus basse en été et plus élevée en hiver que celle du lac (2), ce qui explique ce fait bien connu des pêcheurs et des riverains qu'il ne se forme pas de glace au niveau de ces sources.

Quelques observations que j'ai faites dans les lacs de tourbières m'ont donné une température ordinairement plus élevée, à profondeur égale, que celle des autres lacs.

Par suite de la convection verticale qui se produit à partir de l'automne, les écarts de température observés entre les différentes régions de profondeur diminuent de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de l'hiver ; puis, lorsque la température de l'air s'est abaissée au-dessous de 0°, la masse totale du lac étant parvenue à + 4° (maximum de densité de l'eau), les couches supérieures continuent à se refroidir, diminuent de densité, et la *stratification inverse*, caractérisée par des couches de plus en plus chaudes à mesure qu'on descend, s'établit à son tour, bientôt suivie de la *congélation* d'abord partielle, puis totale de la surface du lac (3).

A cet égard, tous les petits lacs de la région basse se comportent comme de simples mares et gèlent complètement chaque année ; il en est de même pour la plupart des grands lacs de la montagne (Joux, Brenet, Saint-Point, Chaillexon, Abbaye, Sylans, etc.), qui restent ordinairement *pris* complètement de janvier à mars ou avril ; quelques-uns cependant ne gèlent que dans les hivers rigoureux (Nantua, Virieu, Viry, Val-Dessus,

---

(1) DELEBECQUE, *Comptes-rendus* 1890, p. 1000 ; 1891, 21 avril, p. 897.

(2) Dans le lac de Chailloux (Ain) par exemple, j'ai trouvé le 22 août 1892, une température de 6° 3, à la faible profondeur de 12m 50 tandis qu'il y avait 16° à 5m, et 24° 8 à la surface ; — une source située sur le bord du bassin du Doubs, sous Chaillexon, au fond d'un entonnoir d'au moins 13m de profondeur, m'a donné, le 23 mai 1893, 16° 6 à la surface, 8° 8 à 10m et à 12m, tandis que les températures étaient au même moment, en plein lac, de 17° 3 à la surface, de 13° 8 à 10 et 12 mètres.

(3) M. Delebecque a observé dans le lac d'Ambléon un cas anormal de stratification thermique, caractérisé par des températures supérieures à 4° et une stratification directe, *sous la glace* : voy. *Arch. des sc. phys.*, mai 1892.

(Mémoires : p. 326)

etc., etc., notamment en 1879-1880, 1890-1891) ; le lac du Bourget ne gèle jamais, bien que la température de sa surface puisse s'abaisser à 3°4 (hiver 1890-1891), probablement par suite de l'agitation de l'eau à la surface (1).

Il faut noter encore l'influence des grands lacs sur le climat de la région (Joux, Saint-Point, etc.) : ils emmagasinent pendant l'été de la chaleur qui contribue à adoucir et à prolonger l'automne ; mais la présence de la glace, l'absorption de grandes quantités de calorique au moment du dégel, ont au contraire pour résultat le refroidissement de la contrée à ce moment, le retard et la brièveté du printemps.

A un autre point de vue, la température des couches profondes d'un lac est une expression du climat de la région ; elle ne subit en effet que des variations lustrales ou séculaires.

Enfin les particularités thermiques d'un lac ont un côté pratique, en fournissant, ainsi que la composition chimique de l'eau, des indications précieuses à la pisciculture.

Note L

VARIATIONS DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX

Les eaux des lacs jurassiens sont ordinairement très riches en substances dissoutes, notamment en *carbonate de chaux* ; 29 lacs étudiés à ce point de vue par MM. Delebecque et Duparc ont donné, en moyenne, un résidu total de 0gr 162 par litre ; or, le résidu total du lac de Chalin, qui est de 0gr 160 et qui peut servir de type de comparaison, est composé de 0gr 076 de chaux, 0gr 005 de magnésie, soit de 0gr 135 de carbonate de chaux ; on voit donc que les eaux des lacs du Jura sont absolument *calcaires*.

Les variations de composition entre les différents lacs sont considérables : l'écart entre le lac dont le résidu total est le plus élevé (lac de Bar = 0.255) et celui où il est le plus faible (Grand Maclus = 0.108) est en effet de 0gr 147 ; ce sont les lacs du bassin de Belley qui possèdent le résidu fixe le plus abondant,

(1) Voy. Delebecque, *Nouv. géograph.*, mars 1894, p. 35.

s'élevant à plus de 0^{gr} 150 par litre (Bar, Bartherand, Arboréiaz, Armaille, Conzieu, Chavoley) ; les lacs de la région du Frasnois (Grand-Maclus, Ilay, Bonlieu, Narlay, Vernois, Fioget) ont, au contraire, un résidu ordinairement inférieur à 0^{gr} 150. La richesse des lacs jurassiens en substances dissoutes est surtout mise en évidence par la comparaison avec les lacs des régions voisines ; ainsi, tandis que, dans le Jura, 19 lacs (sur 29) accusent au moins 0^{gr} 150 par litre, les lacs alpins étudiés, n'atteignent jamais cette teneur (1) ; voyez, par exemple, les lacs du Petit-Chat (0^{gr} 146), de Pierre-Châtel (0^{gr} 135), d'Annecy (0^{gr} 130), etc. ; les lacs du Plateau Central sont encore plus pauvres : aucun n'atteint le chiffre de 0^{gr} 100 ; tous oscillent entre 0^{gr} 018 et 0^{gr} 077 seulement (2).

Si l'on compare la composition des eaux des lacs à celle de leurs affluents, on constate presque toujours ce fait curieux que les premières sont sensiblement moins riches en matières dissoutes que les secondes ; la différence est de 0^{gr} 040 à 0^{gr} 050 par litre et porte surtout sur le carbonate de chaux ; cette *décalcification* a été observée dans la plupart des lacs (3) ; pour l'expliquer, on peut admettre qu'elle est le résultat de la *précipitation chimique* qui donne naissance à la craie lacustre des géologues (4) ; elle paraît être surtout la conséquence de la vie organique, très intense dans la plupart des lacs (5) ; on sait, en effet, que les végétations aquatiques décomposent le bicarbonate de chaux dissous dans l'eau, s'emparent de la moitié de son acide carbonique et laissent se précipiter la plus grande partie du carbonate de chaux ; certaines plantes, notamment les Charagnes, ont même la propriété de précipiter le carbonate de

(1) Sauf dans les parties profondes ; mais les lacs jurassiens présentent aussi dans leur profondeur une augmentation considérable des matières dissoutes.

(2). Voy. Delebecque et Duparc.

(3) Dans quelques lacs seulement, par exemple celui de Nantua, l'eau du lac a été trouvée plus riche que celle des affluents, par une sorte de concentration due peut-être à une évaporation plus intense.

(4) Théorie de Kauffmann, 1870 ; voy. aussi Lapparent, *Géologie*, p. 321.

(5) Duparc, *Comptes-rendus*, 1892, p. 248 ; cf. déjà Jacquelin, *Comptes rendus*, t. LIII, p. 672.

chaux dans l'intérieur de leurs parois cellulaires ; d'autres s'incrustent extérieurement de calcaire, etc.

D'après les observations faites de 1857 à 1880 pour le lac de Zurich et depuis vingt-cinq ans pour le lac de Genève, la composition chimique des lacs ne subirait pas de changement avec le temps ; un lac serait donc un *régulateur* chimique aussi bien que physique ! Mais il y a peut-être lieu de faire des réserves pour nos lacs du Jura, qui n'ont pas un volume si considérable. On a dit aussi que, dans un même lac, la composition de l'eau était identique à la surface et aux diverses profondeurs ; M. Deebecque vient de montrer récemment qu'il n'en est pas ainsi dans les lacs du Jura ; l'eau prise à la surface, à différentes profondeurs et au fond même du lac, présentent des différences qui portent sur le résidu total (notamment la chaux et la silice) plus abondant dans les parties profondes ; ces variations seraient dues aussi à la vie organique plus intense à la surface que dans la profondeur des lacs (1).

Les dépôts formés au fond des lacs sont de nature variable et peuvent se grouper sous quatre types, ainsi que M. Forel l'a indiqué (2) : 1° dépôts argileux (Exemple : lacs du Caucase) ; 2° dépôts marno-argileux (lac Léman) ; 3° dépôts marno-calcaires (lac de Neuchâtel) ; 4° dépôts calcaires (lac de Joux) ; chacun de ces types peut s'observer à son tour sous l'un des quatre facies suivants : limoneux, vaseux, micacé et sableux, les deux premiers caractérisés par la prédominance des matières organiques.

---

(1) Delebecque et Duparc, *Comptes-rendus*, 20 novembre 1893. — Dans une communication plus récente (*Comptes-rendus*, 12 mars 1894), M. Delebecque résume ainsi ses recherches : « 1° Dans les lacs où le carbonate de chaux est la matière dissoute dominante (lacs du Jura, etc.), les eaux de la surface sont, *en été*, moins chargées que celles du fond. La différence provient principalement d'une décalcification par la vie organique ou peut-être aussi d'autres causes parmi laquelle figure la pression osmotique... Cette décalcification s'exerce d'une façon énergique jusqu'à une profondeur d'environ 15 mètres... et peut ramener le titre des eaux superficielles aux 2/3 de celui des eaux profondes ; l'eau de l'émissaire a la même composition que l'eau de la surface ; 3° la convection verticale, due au refroidissement automnal, rend aux eaux des lacs une composition uniforme ; pendant l'hiver cette uniformité persiste... »

(2) *Faune profonde*, 1885, p. 62.

Les dépôts lacustres jurassiens sont surtout *calcaires* ; mais la proportion de silice peut y être encore considérable, du moins dans certains lacs et dans certaines parties des plafonds lacustres ; dans le lac d'Aiguebelette, par exemple, on trouve une proportion de 75.95 de résidu insoluble (silice, etc.) au niveau de la beine, de 31.65 au niveau du mont ; cette répartition varie du reste suivant les lacs, la silice pouvant augmenter soit en allant des bords au milieu (lac de Nantua), soit en allant d'un bord à l'autre (lac d'Aiguebelette).

La composition chimique de l'eau et des vases présente aussi des variations au voisinage de l'embouchure des affluents et, croyons-nous, au voisinage des parties tapissées par les végétaux sous une épaisseur souvent considérable ; elle a une très grande influence sur la biologie lacustre, et ses variations retentissent directement sur les caractères de la flore et de la faune des lacs.

Note M.

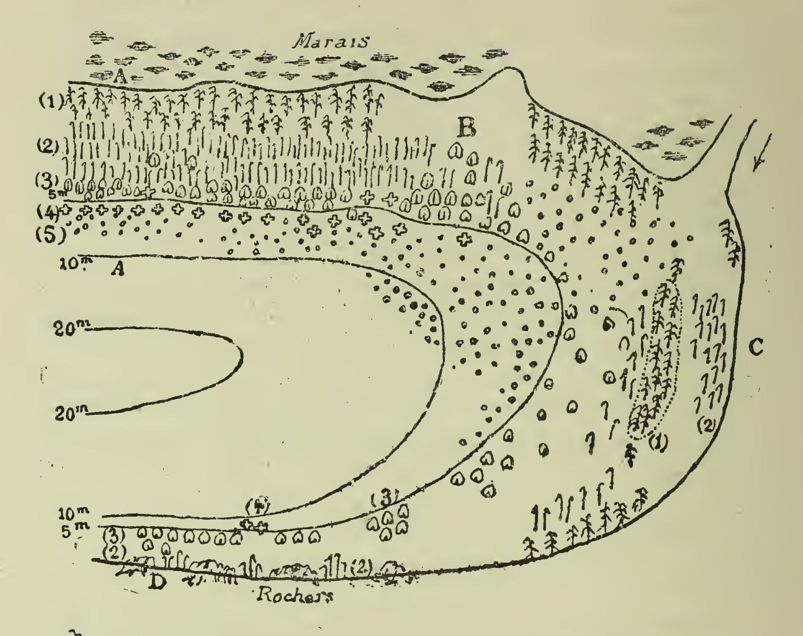
VÉGÉTATION DES LACS (1).

Aspect général. — Statistique. — Dans la plupart des lacs du Jura, si on laisse de côté les plantes palustres qui se trouvent sur les bords marécageux ou sur la grève (2), on rencontre successivement en allant des bords vers le milieu :

---

(1) En attendant la publication des monographies botaniques de chacun des 66 lacs jurassiens, j'ai donné des résumés des caractères généraux de leur végétation dans les *Comptes-rendus de l'Académie* (18 octobre 1892 et 24 avril 1893), au Congrès des Sociétés savantes de la Sorbonne (7 avril 1893), dans la *Revue générale de botanique* (t. V, 1893, p. 241-257, p. 303-316, p. 515-517), et dans plusieurs communications faites aux *Société botanique* de Lyon, *Société d'Emulation* du Doubs, etc.

(2) Sur les bords mêmes du lac, on trouve, en effet, ou une *grève* dont la flore alternativement immergée ou émergée est représentée par des Joncs, Scirpes, *Heleocharis, Carex*, les *Littorella lacustris*, *Triglochin palustre*, *Equisetum variegatum*, *Veronica Anagallis*, *Teucrium scordium, Samolus*, *Alisma ranunculoides*, etc., — ou bien une bordure de plantes marécageuses, telles que *Menyanthes trifoliata*, *Carex* divers, *Lythrum salicaria, Ranunculus Lingua, Alisma Plantago, Sagittaria sagittifolia*, *Iris pseudoacorus, Sparganium ramosum* et



(1) Phragmitaie; (2) Scirpaie; (3) Nupharaie; (4) Potamogétonaie, (5) Characaie.

Fig. 12.

1º Une ceinture littorale de Roseaux et de Joncs, plantes à tiges feuillées ou non, dressées en partie hors de l'eau, appartenant à la flore de la grève, mais s'avançant dans le lac, souvent fort loin sur la beine (100 mètres par exemple), et à d'assez grandes profondeurs, le *Phragmites vulgaris* jusqu'à 1m 50 en moyenne, le *Scirpus lacustris*, jusqu'à 2 ou 3 m. ; il s'y ajoute quelquefois *Carex stricta*, *Equisetum limosum*, qui peuvent dans certains cas les remplacer, et des plantes palustres aptes à vivre complètement immergées, comme *Roripa amphibia*,

---

simplex, *Acorus*, *Cladium Mariscus*, *Typha latifolia* et *angustifolia*, qui ne s'avancent pas dans le lac, comme les *Phragmites* et les *Scirpus lacustris* et ne font pas partie, par conséquent, de la flore lacustre proprement dite.

Veronica anagallis, Callitriche hamulata, Helosciadium inundatum, mais les *Isoetes* si caractéristiques des lacs des Vosges, du Plateau central et des Pyrénées, manquent complètement dans le Jura. Un certain nombre d'autres plantes véritablement hydrophytes habitent fréquemment cette première zone, comme *Polygonum amphibium, Nymphæa alba, Potamogiton natans*, auxquelles s'ajoutent tout à fait sur les bords, mais disséminées dans quelques lacs, *Phellandrium aquaticum, Nymphæa alba minor, Marsilia* (Chavoley), *Villarsia* (Bourget), *Trapa* (Aiguebelette), *Potamogiton densus, nitens* (Joux, Brenet, Saint-Point), *coriaceus* (Rousses), *marinus* (Rousses et Joux), *heterophyllus;* d'autres espèces, dont l'habitat est ordinairement plus profond, peuvent commencer à y apparaître *(Nuphar luteum, Hippuris, Naias, Myriophyllum*, etc.).

La Phragmitaie *(Phragmitetum)* constitue ordinairement la ceinture la plus extérieure, la Scirpaie *(Scirpetum)* lui faisant suite en dedans; ces plantes sont quelquefois entremêlées, surtout sur le bord des zones; on peut aussi observer une interversion anormale, la Scirpaie étant extérieure à la Phragmitaie, comme cela a lieu dans plusieurs points des lacs de Saint-Point, Remoray, Abbaye, Rousses, Aiguebelette, etc., dans le voisinage des affluents ou des émissaires, sur des barres ou hauts fonds de graviers séparés du bord et où s'installent de préférence les *Phragmites*. (Voy. figure 12, C.)

La Phragmitaie ne manque que dans 12 lacs (sur 68), et la Scirpaie dans 9; cette première zone est alors représentée par *Nymphæa alba, Equisetum limosum*, etc.

2° En dedans des Scirpes, le lac présente presque toujours, (59 fois sur 69 lacs), une ceinture large de quelques mètres, continue ou en plages séparées, formée par les feuilles flottantes et les fleurs du *Nuphar luteum* : cette Nupharaie s'étend jusqu'au bord de la beine, par des fonds variant de 2 à 4 mètres; elle est constituée presque exclusivement par le *Nuphar*, auquel peuvent s'associer cependant soit les plantes de la Scirpaie, notamment le *Potamogiton natans*, soit les *Myriophyllum, Potamogiton perfoliatus* etc., de la zone suivante.

3° La Potamogitonaie, qui constitue la troisième zone, est formée suivant les lacs, soit par le *P. perfoliatus* (lacs profonds,

à mont rapide et pierreux), soit par le *P. lucens* (lacs peu profonds, tourbeux), soit par le *Myriophyllum* ou l'*Hippuris* (lacs-étangs du bassin de Belley, etc,) ; ces plantes portent ainsi, à l'extrémité de tiges longues souvent de 4 à 6 mètres, leurs rameaux florifères à la surface de l'eau; leurs rhizomes occupent le bord de la beine (profondeur de 4-5 mètres) et le commencement du mont où ils descendent parfois jusqu'à 6 mètres de profondeur ; le *Nuphar luteum* s'y observe aussi, mais réduit aux feuilles submergées et translucides ; c'est là que se localise le *N. juranum* des lacs du Fioget, Viremont, Grand-Maclus, etc., forme voisine du *N. pumilum*, coexistant toujours avec le *N. luteum*, mais dans une zone distincte, plus interne ; c'est aussi l'habitat du *Ceratophyllum demersum* qui, après avoir hiverné dans des fonds de 3, 4, 5 et 6 mètres, se détache pour devenir libre et flottant à l'instar de l'*Utricularia vulgaris* ; un phénomène analogue peut se produire chez les *Potamogiton lucens, crispus, compressus, Ranunculus aquatilis* (et *var.*), dont les fragments de tiges se détachent et viennent vivre en masses flottantes à la surface, dans les parties laissées libres par les zones de végétation extérieures.

Les autres espèces de la Potamogitonaie sont les *Potam. crispus, zosterifolius, prælongus, obtusifolius* et *Friesii, Zizii, pusillus, pectinatus.*

4° La zone la plus interne est occupée par des végétaux restant toujours complètement immergés au fond du lac, ou sur les pentes du mont, par 8, 10 et 12 mètres de profondeur ; tels sont *Naias major, Fontinalis antipyretica, Hypnum giganteum,* et de nombreuses Characées, *Ch. hispida, Ch. jurensis* et var. *Magnini, strigosa, aspera, curta, fœtida, contraria, ceratophylla, intermedia* et *Nitella syncarpa, flabellata, tenuissima ;* ces dernières plantes sont celles qui descendent le plus bas, quelquefois jusqu'à 13 mètres, profondeur maximale au-delà de laquelle je n'ai pas encore rencontré de végétation macrophytique.

Telle est la *flore littorale,* avec ses subdivisions en trois sous-régions : Phragmitaie et Scirpaie (plantes à couronne aérienne) s'étendant jusqu'à la profondeur moyenne de 2 à 3 mètres ; Nupharaie et Potamogitonaie (plantes hydrophytes à feuilles ou

fleurs parvenant à la surface) ne dépassant pas 6 mètres de profondeur ; Charaçaie (plantes constamment de fond), s'étendant jusqu'à 13 mètres.

La flore *profonde* qui occupe le plafond du lac, à partir de 15 mètres, est dépourvue de grands végétaux et ne comprend que des microphytes (Algues inférieures, Diatomées, etc.).

Enfin on peut considérer les paquets flottants de *Ceratophyllum, Utricularia, Ranunculus*, etc., comme l'analogue d'une flore pélagique.

La flore *littorale* comprend environ 65 plantes (55 espèces et 10 variétés), soit 38 espèces et 6 variétés de Phanérogames, dont 6 Nymphéacées et 20 Potamogitonées, 2 Cryptogames vasculaires, 2 Muscinées, 13 espèces et 4 variétés de Characées.

Sur ce nombre, 20 seulement sont répandues dans beaucoup de lacs et constituent le fond de leur végétation. Ce sont d'abord les 5 plantes suivantes qui se trouvent dans plus de la moitié des lacs du Jura, soit dans plus de 35 lacs : *Nuphar luteum,* 60 lacs ; *Scirpus lacustris,* 56 ; *Phragmites vulgaris,* 51 ; *Nymphæa alba,* 50 ; *Myriophyllum spicatum,* 40 ; puis 15 espèces observées dans 10 lacs au moins : *Chara hispida,* 31 ; *Equisetum limosum,* 21 ; *Hippuris vulgaris,* 21 ; *Ranunculus aquatilis* et var., 20 ; *Potamogiton perfoliatus,* 19 ; *Polygonum amphibium,* 19 ; *Potam. lucens,* 17 ; *Chara jurensis,* 14 ; *Nitella syncarpa,* 13 ; *Potam. crispus,* 13 ; *Nuphar juranum,* 12 ; *Ceratophyllum demersum,* 12 ; *Chara fragilis,* 12 ; *Utricularia vulgaris,* 11.

Parmi les lacs les plus riches on peut citer : Joux et Brenet avec 25 plantes, dont *Potam. marinus* et *P. nitens ;* — Saint-Point, 24 espèces, *Nuphar juranum, Potam. nitens, Chara jurensis ;* — Rousses, 20 plantes, *Potam. marinus, coriaceus, Zizii, zosterifolius ;* — Tallières, 20 plantes, *Pot. prælongus, Friesii, zosterifolius, Chara jurensis ;* — Abbaye, 19 plantes, *Nuphar pumilum, juranum; Chara jurensis* ; — Nantua, 18 plantes; Remoray, 17; Malpas, 17 plantes, dont *Pot. Zizii, obtusifolius, Friesii :* — Bourget, 14 plantes, *Villarsia, Najas, Chara ceratophylla, contraria ;* — Val-Dessous, 13 plantes, et Boulu, 7 plantes, dont *Pot. prælongus ;* — Mortes, 12 plantes, et Bellefontaine, 10 plantes, *Nuphar juranum* et *Pot. obtusifolius ;* —

Chavoley, 11 plantes, *Nuphar sericeum* et *Marsilia quadrifolia*; — Aiguebelette, 12 plantes, dont *Najas, Trapa;* — Ambléon, 13 plantes, *Nitella flabellata ;* — Virieu, 10 plantes, *Chara contraria, Nitella tenuissima ;* — Rouges-Truites, 13 plantes, Viremont, Onoz, 12 plantes, Maclus, Fioget, 8 plantes, avec *Nuphar juranum, Chara jurensis* ; — Conzieu, Arboréiaz, *Nit. tenuissima,* etc.; — En somme, 7 lacs ont le tiers des espèces, 45 lacs ont moins du quart de la végétation totale, 31 lacs ont moins de 10 plantes.

Modification de la flore. — On distingue deux *zones botaniques* très nettes dans le Jura lacustre, au point de vue des particularités de la végétation aquatique, zones correspondant à peu près aux deux régions lacustres géographiques. Une zone BORÉALE, comprenant presque tous les lacs de la région septentrionale, mais limitée, au sud, aux lacs de Viremont et du Boulu, est caractérisée par la présence du *Nuphar juranum*, des *Potamogiton prælongus, zosterifolius, Friesii, Zizii, nitens, coriaceus, marinus* et des *Chara jurensis* et *Magnini*, la fréquence des *Phellandrium*, etc. Une zone AUSTRALE, correspondant à la région méridionale, renferme des lacs caractérisés par l'absence ou la rareté des Potamogitons, la fréquence des *Myriophyllum, Ceratophyllum, Naias,* des *Typha* et *Cladium* sur leurs bords, par la présence exclusive des *Marsilia, Trapa, Villarsia, Nitella tenuissima.*

L'influence de l'*altitude* est peu considérable, 24 espèces, parmi les plus répandues, se rencontrant à toutes les altitudes ; cependant les Potamogitons et les Characées sont surtout représentés dans les lacs de la haute et moyenne montagne.

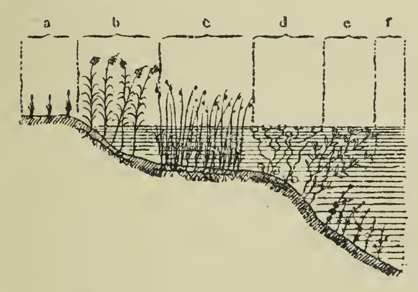
L'influence des rapports floristiques avec les régions voisines est plus manifeste : la flore des lacs du Jura méridional se rapproche de celle des plaines de l'Europe centrale et occidentale (*Trapa, Marsilia,* etc.), tandis que la végétation des lacs du Jura septentrional a des affinités avec celle de l'Europe boréale : les *Pot. prælongus, zosterifolius, Zizii, Friesii,* sont en effet des plantes de la Belgique, de l'Angleterre, de la Hollande, du Danemark, de la Norwège, de la Suède, etc.; le *P. coriaceus* n'était même connu jusqu'à ce jour que dans l'Angleterre, la Suède et le Holstein.

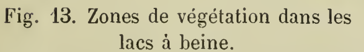
La composition *calcaire* des eaux et des vases manifeste son influence par l'abondance des espèces calcicoles plus ou moins incrustées, notamment les *Chara hispida, aspera, curta, fœtida, jurensis, Nitella syncarpa et tenuissima,* et l'absence des *Isoetes,* caractéristiques des lacs des contrées siliceuses ; les modifications que la composition chimique des vases peut présenter dans les différentes parties d'un lac (cf. variations de la silice dans les lacs de Nantua, d'Aiguebelette, etc., d'après les recherches de MM. Delebecque et Duparc) peuvent expliquer la présence de quelques plantes silicicoles ; les variations de la nature du fond, sableux, vaseux, limoneux, tourbeux, exercent une grande influence sur la localisation de certaines plantes, notamment des Characées.

La végétation est bien plus riche (en espèces et en individus) au voisinage des affluents que dans le reste du lac, probablement parce que les eaux n'y ont pas encore subi la décalcification : j'ai, en effet, observé que la beine d'amont est toujours plus riche que la beine d'aval, dans tous les lacs longs, comme ceux du Bourget, de Chalin, de Clairvaux, de Saint-Point, etc.

Enfin, le profil des bords du lac détermine aussi des modifications dans la répartition des végétaux.

Dans les lacs types, à grève, beine et mont normaux, la distribution des plantes est celle que j'ai indiquée plus haut et qui est représentée dans la figure 12 en AA, ainsi que dans la coupe 13 ci-dessous.




Fig. 13. Zones de végétation dans les lacs à beine.

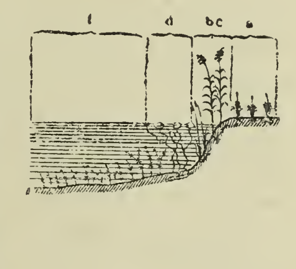


Fig. 14. Zones de végétation dans les lacs de tourbière.

a. Cariçaie ; b. Phragmitaie ; c. Scirpaie ; d. Nupharaie ; e. Potamogitonaie ; f. Charaçaie.

Lorsque les bords sont rocheux et abrupts, dépourvus de beine, la végétation est nulle ou réduite, dans quelques interstices, au niveau de quelques éboulis, à des touffes de Scirpes, de *Nuphar luteum* ou de *Potamogiton perfoliatus* (voyez D, figure 12).

Les lacs de tourbières (fig. 14) ont une ceinture littorale fournie, mais très étroite (*Typha, Cladium, Phragmites, Scirpus*); les *Nuphars* arrivent jusqu'auprès des bords et le fond est ordinairement tapissé de *Myriophyllum,* de Mousses (*Hypnum giganteum*, *Fontinalis,* etc.) et de nombreuses *Chara* et *Nitella.*

Les lacs-étangs ont une végétation extrêmement variable (voy. *Rech. sur la végétation*, 1893, p. 21-22).

Conditions biologiques de la végétation lacustre. — On ne peut exposer ici l'influence de la *nature de la plante* (espèces vivaces ou annuelles, à rhizomes, à tiges, pédoncules, pétioles plus ou moins longs, etc.), des variations de *conditions* des milieux (augmentation de pression, agitation des vagues, absorption et diminution des radiations lumineuses et calorifiqnes, etc.) sur la distribution des plantes dans les lacs du Jura : je renvoie pour cette étude aux mémoires que j'ai indiqués plus haut (notamment *Rech. sur la végétation*, 1893, pp. 23-30 ; *Rev. génér. de botaniq.*, 1893, t. V, pp. 308-316).

J'ajouterai seulement que les zones de végétation telles que je les ai dénommées, à l'exemple, du reste, de MM. Früh, F.-G. Stebler et C. Schrœter (1), ont été adoptées par les commissions d'explorations lacustres de diverses contrées, notamment par celle du lac Saint-Clair, dans le Canada (voy. *Michigan Fish Commission*, Bull. nº 2, 1894, p. 4, 6, etc.) : dans cette dernière région, la Nupharaie manque, les Nymphéacées étant représentées par le *Nuphar advenum* , espèce qui se comporte comme notre *Nymphæa alba,* c'est-à-dire habite de préférence la Phragmitaie ; mais les autres zones, Cariçaie, Phragmitaie, Scirpaie, Potamogitonaie et Characaie, y sont nettement caractérisées.

---

(1) *Beitræge zur Kenntniss der Matten und Weiden der Schweiz,* X, p, 70 ; 1892.

Note N

ALIMENTATION ET DÉCHARGE DES LACS

L'alimentation et la décharge des lacs jurassiens se font dans des conditions très diverses et sont accompagnées de particularités souvent fort remarquables ; les lacs les plus intéressants sont ceux placés dans des bassins clos de toutes parts et n'ayant aucun écoulement apparent, ou du moins pour le plus grand nombre, aucun émissaire faisant un parcours aérien de quelque étendue ; les autres lacs sont situés à l'origine ou sur le cours d'un ruisseau ou d'une rivière et remplissent le rôle de réservoirs ou de régulateurs de ces cours d'eau.

La plupart des lacs du Jura sont des lacs réservoirs, qu'ils soient placés en tête d'un cours d'eau, comme les lacs de Bonlieu, de Maclus, d'Ilay, de Chalin, de Clairvaux, de Nantua, de Viry, des Rouges-Truites, de Fort-du-Plâne, de Foncine, de Remoray, des Rousses, de Virieu, de Chavoley, d'Arboréiaz, de Conzieu, de Saint-Jean-de-Chevelu, d'Aiguebelette, etc., ou qu'ils soient situés dans un bassin fermé, avec écoulement souterrain, comme les lacs des Tallières, de Malpas, des Mortes et de Bellefontaine, du Boulu, de Narlay, du Fioget, de Crenans, d'Antre, de l'Abbaye, des Brenets, des Perrets, d'Etival, d'Onoz, de Viremont, de Genin, de la Burbanche, d'Armaille, d'Ambléon et Crotel.

Quelques lacs seulement, mais des plus importants, sont situés sur le trajet d'une rivière et remplissent le rôle de régulateurs ; ce sont ceux de Joux et Brenet, sur le cours de l'Orbe ; de Saint-Point (et Remoray), de Chaillexon, sur le Doubs ; de Val-Dessus et Val-Dessous, sur le Hérisson ; du Bourget, sur le cours de la Leisse, etc.

Affluents. — Les lacs dont on vient de donner l'énumération ont leur affluent, ou le principal de leurs affluents, constitué par la partie supérieure de la rivière qui les traverse ; mais un grand nombre de lacs réservoirs sont alimentés seulement par des sources extérieures abondantes ou par des ruisseaux d'importance plus ou moins considérable ; tels sont les lacs de Remo-

ray, des Rousses, du Boulu, de Foncine, de l'Abbaye, de la Censière, de Crenans, du Chanon, de Clairvaux, d'Armaille, de Conzieu, de Saint-Jean-de-Chevelu, d'Aiguebelette, etc. ; le lac d'Antre reçoit l'écoulement de plusieurs sources ou *bornes* (1) voisines (borne Sonnante, borne Gueuli, etc.) ; le lac de Chalin, uue source vauclusienne dont les eaux proviennent des lacs du plateau de Frasnois, etc.

Un certain nombre de lacs placés dans des vallons de peu d'étendue ne s'alimentent que par les eaux de ruissellement ou par des sources et des ruisseaux de peu d'importance : Malpas, Fioget, Vernois, Narlay, Mâclus, Bonlieu, Brenets, Perrets, La Fauge, Onoz, Viremont, Genin, Mornieu, Chavoley, Bartherand, Arboréiaz, Crotel.

Quelques-uns possèdent aussi des sources de fond, notamment les lacs de Chaillexon, Malpas, Fort-du-Plâne, Crenans, Onoz, Genin, Sylans, Bar, Chailloux, etc. ; ces sources sont probablement plus fréquentes qu'on ne le croit (2) ; nous avons indiqué plus haut leur influence sur la température et la congélation des lacs (voyez note K).

Emissaires. — Le mode d'écoulement des lacs présente de très curieuses particularités : on distingue à cet égard les lacs des *vallées ouvertes* et les lacs des *bassins fermés*.

Les premiers sont ceux situés à l'origine ou sur le trajet d'un

---

(1) *Borne* n'est pas autre chose que la prononciation locale, patoise, du mot *balme* ou *baume*, employé dans d'autres régions (cf. *la Farge*, prononciation locale de *la Fauge*, etc.) ; *borne* est cependant adoptée par la carte d'état-major ; cette forme parait spéciale aux environs de Moirans, où elle sert à désigner les sources vauclusiennes sortant d'une excavation ; cf. outre les *borne Sonnante* et *borne Gueuli* des environs d'Antre, la *borne du Chaperon*, sur la commune de Moirans, la *borne du Ravet*, sur les bords du grand lac d'Etival, etc *Baume* est aussi le nom des sources vauclusiennes dans le val de Joux. (Cf. Gauthieb, 1890, p. 8).

(2) Un exemple remarquable de ces sources de fond, pris en dehors de la région jurassienne, est le *Trou du Boubioz*, situé dans le lac d'Annecy, et atteignant 80 mètres de profondeur ; pressenti dès 1870, par M. Carnot, président de la République, alors ingénieur des Ponts-et-chaussées à Annecy, il a été étudié complètement par M. Delebecque en 1890 et 1891. (Voy. *Comptes-rendus,* 1890, t. CXI, p. 1000, 1891 ; 20 avril, t. CXIII, p. 897 ; *Arch. des sc. phys. et nat.,* 1891, p. 467).

ruisseau ou d'une rivière constamment aériens ; on en a donné plus haut l'énumération et il n'est pas nécessaire d'y revenir.

Mais les lacs situés dans les *bassins fermés* sont en nombre relativement considérable et constituent une des particularités géographiques les plus remarquables du Jura ; on compte, en effet, 32 lacs dont l'écoulement ne se fait pas par des émissaires *aériens dans toute leur étendue ;* chez 23 d'entre eux, les *entonnoirs,* c'est-à-dire les orifices par lesquels les eaux disparaissent dans le sol, sont visibles ou faciles à constater ; pour quelques-uns seulement, on connaît le point d'émergence de ces conduits souterrains.

Ces *bassins fermés*, caractéristiques du Jura *occidental,* ont été l'objet d'études intéressantes de la part de Marcou, Parandier (1), Lamairesse (2) et M. M. Bertrand (3); ils ne provoquent pas toujours la formation d'un lac, et leurs dépressions sont souvent occupées par des marais ou des tourbières, qui sont, du reste, dans quelques cas, d'anciens lacs asséchés en partie ; ils manquent dans le Jura oriental, caractérisé par ses plissements réguliers et le parallélisme de ses chaînes, le Jura occidental se distinguant au contraire par la convergence des chaînes et les bassins d'affaissement signalés par M. Bertrand. L'étendue de ces bassins fermés est considérable ; la voici d'après Lamairesse (4) :

	Kil²	Hect.	
Jura suisse..............	174,	25 :	
Département du Doubs.	917,	19 :	= le 1/4 de la surface du département.
— du Jura...	1127,	39 :	= le 1/4 — —
— de l'Ain...	326,	74 ;	= le 1/19 — —

Ils existent sur les trois plateaux du Jura occidental, mais ils ne concourent à la formation des lacs que dans les 2ᵉ et 3ᵉ plateaux ; je reviendrai sur ce point en étudiant les causes de formation des lacs jurassiens.

---

(1) *Mém. de l'Acad. de Besançon,* 1830 ; — *Bull. de la Soc. géolog. de France,* 3ᵉ sér., t. XI, p. 441 ; 1883.

(2) *Etudes hydrologiques* citées, 1874, notamment p. 4 et suiv., 34 et suiv., 85, 99, 119, etc.

(3) *Bassins d'affaissement et failles courbes dans le Jura,* dans *Bull. Soc. géol. de Fr.*, t. XII, p. 452 ; 1884.

(4) *Op. cit.* p. 4.

Je rapporte enfin aux *bassins quasi fermés* de Lamairesse (1) le bassin des lacs de Maclus, Ilay et Bonlieu, dont l'écoulement par le Saut-Girard est à peine aérien, et celui du lac Bartherand dont le seuil, sur Lézieu, est à peine entamé par le ruisseau de décharge.

Les *entonnoirs* sont quelquefois assez éloignés des bords du lac, qui s'écoule alors, en réalité, par un ruisseau, mais d'un court trajet, atteignant rarement un kilomètre ; il en est ainsi pour les lacs de Malpas, Bellefontaine et Mortes, Boulu, Brenets, Etival, Onoz et Viremont, Rotay.

Le plus souvent, les entonnoirs sont placés sur le bord même du lac ou à une très faible distance, comme on le voit dans les lacs de Joux et Brenet (nombreux entonnoirs sur leur bord occidental), de Fioget, Narlay, Abbaye, Crenans, Antre, Genin, Ambléon, Crotel. Ils peuvent être situés dans le fond du lac, comme à Chaillexon, Joux, Sylans, la Burbanche, Armaille (situation variable suivant la hauteur des eaux), et probablement dans ceux de la Fauge, du Vernois, des Perrets, de Ter, du Trouillot ; dans plusieurs lacs, ces entonnoirs de fond ne suffisent pas toujours à l'écoulement des eaux ; ils sont alors complétés par des émissaires aériens (lac d'Armaille) ou par des entonnoirs littoraux, comme au lac de Joux et au lac Brenet, entonnoirs dont on entretient avec soin la perméabilité pour éviter les inondations qui seraient la conséquence de leur engorgement.

Quelques lacs ont, en effet, deux sortes d'émissaires, un principal et un accessoire ; *Chaillexon*, quoique possédant un entonnoir placé dans la partie la plus profonde, à 31 mètres, s'écoule normalement par le Doubs, émissaire aérien permanent, sauf dans le cas de longues sécheresses ; les eaux d'*Armaille* s'écoulent, en temps ordinaire, par un entonnoir, littoral ou profond, suivant la hauteur du lac, mais en temps de hautes eaux, par un émissaire aérien, un ruisseau affluent du Furans ; de même le lac de *Sylans*, outre l'émissaire souterrain qui devient la source du principal affluent du lac de Nantua (bassin de l'Ain), s'écoule, au moment des grandes eaux, par une décharge qui franchit la ligne de partage des bassins de l'Ain

(1) *Op. cit.*, pp. 90, 100, 101.

et du Rhône et se rend dans la Semine, affluent du Rhône ; *Onoz* a deux entonnoirs, dont le plus éloigné n'est que supplémentaire ; *Fort-du-Plâne* possède aussi, outre son écoulement normal, par un ruisseau, dans la Laime, deux émissaires souterrains supplémentaires, entonnoirs éloignés, ne fonctionnant qu'au moment des hautes eaux.

La situation de ces entonnoirs, leur degré de perméabilité, déterminent évidemment le niveau normal du lac ; si les entonnoirs profonds s'obstruent, les eaux s'élèveront jusqu'à ce qu'elles trouvent dans les fissures supérieures leur entier écoulement ; dans ce nouveau lac, le plafond conservera sa forme primitive ; c'est ainsi qu'on explique l'état actuel du lac de Joux, la persistance de ses cuvettes et de ses barres (1), et le relief resté extraordinairement tourmenté du lac d'Ilay (2).

Autre fait remarquable : ces entonnoirs peuvent jouer un double rôle ; on les voit quelquefois, à la suite de pluies abondantes, refluer, vomir de véritables torrents, comme les entonnoirs aériens bien connus du Puits de la Brême (Doubs), du Frais-Puits, près Vesoul (Haute Saône), etc. ; ce reflux a été constaté à l'entonnoir du lac de Narlay, à ceux du lac de Joux, notamment à l'entonnoir du Rocheray (3).

Aux lieux d'émergence des canaux souterrains dont les entonnoirs sont les orifices d'entrée, jaillissent des *sources vauclusiennes,* situées quelquefois à des distances fort éloignées de leur bassin d'alimentation ; on ne connaît pas encore d'une façon certaine les relations de toutes ces sources avec leurs bassins fermés respectifs ; des origines indiquées par les gens du pays ou dans les ouvrages cités plus haut, les unes sont hypothétiques ou données d'après des observations qui demandent à être vérifiées ; d'autres, malheureusement trop rares, sont basées sur des expériences ; on a entrepris, du reste, récemment, et l'on

---

(1) Voy. Forel, dans *Arch. des sc. phys. et nat.,* 1892, n° 2, p. 251.

(2) Voy. Delebecque, *Comptes-rendus de l'Ac. des sciences,* 20 juin 1892.

(3) Comp. l'*émissaire* du lac du Bourget, le canal de Savière, qui remplit pendant 60 jours par an, le rôle d'un *affluent,* apportant ainsi au lac l'eau et les alluvions du Rhône ! (Delebecque, *Rev. gén. des sc.,* 15 avril 1892, p. 237).

poursuit encore actuellement ces recherches dans plusieurs localités, notamment en Suisse, pour les entonnoirs du lac de Joux (1) ; mais, en attendant, on peut prendre en considération la *direction des failles parallèles aux chaînes principales du Jura* ; les conduits souterrains suivent, en général, la direction de ces failles, leur émergence ayant lieu à leur rencontre avec les vallées perpendiculaires (2).

Les entonnoirs dont l'orifice de sortie est connue d'une façon certaine sont ceux des lacs suivants :

L. de Crenans : Sortie dans la vallée de l'Ain, au moulin de Jeneyriat, à 2 kilom. 300 de distance ; l'eau pénétrant dans l'entonnoir de l'usine Panisset, met dix heures pour réapparaître à la source du moulin de Jeneyriat ; elle ne parcourt donc que 0m 06 par seconde ; elle rencontre probablement des cavités à remplir sur son trajet (3).

L. de Narlay : Sortie à 10 kilom. de là, à la source vauclusienne du moulin de Chalin ; à la suite de la fermeture du bief de décharge, les eaux s'arrêtent douze heures après, au moulin ; c'est donc une vitesse de 0m 23 par seconde (4).

L. de l'Abbaye : Sortie à Marigna, au torrent de l'Enragé, à 20 kilom. du lac, dans la vallée transversale de la Bienne ; l'eau étant arrêtée le samedi soir à l'usine Villet, la source commence à diminuer le lundi suivant à 4 heures du soir ; elle met donc 48 heures pour faire 20 kilom., soit 0m 12 par seconde (5).

Les entonnoirs des *lacs de Joux et Brenet* vont former les sources de l'Orbe (6).

---

(1) *Gazette de Lausanne*, sept. 1893. Voy. plus loin.

(2) Lamairesse, *op. cit.*, p. 84 ; cf. la loi émise par Belgrand « de l'écoulement des eaux souterraines parallèlement aux thalwegs d'ordre inférieur jusqu'à leur émergeance à la rencontre des vallées d'ordre supérieur ».

(3) Renseignements locaux ; cf. Lamairesse, *op. cit.*, p. 97.

(4) Expériences de 1852, rapportées par Lamairesse, p. 98.

(5) Ogérien, *loc. cit.* ; Joanne, *Guide* ; Lamairesse, pp. 110, 117, 121, etc.

(6) Le 1er septembre 1893, M. J. Piccard, ayant mis dans l'entonnoir de Bonport (lac Brenet) une solution de fluorescéïne, on observa la coloration de l'eau à la source de l'Orbe au bout de cinquante heures, et pendant une durée de dix-huit heures ; d'autres expériences, faites le 28 décembre 1893 et le 6 janvier 1894, par MM. Forel et Golliez, aux en-

Le *lac d'Antre* se vide par un canal souterrain, réputé artificiel (1), débouchant à un peu plus d'un kilomètre, au Pont-des-Arches, pour former le ruisseau d'Héria.

Le canal souterrain qui amène les eaux du *lac Crotel* à 1,500 mètres de distance, près de Groslée, serait aussi l'œuvre des Romains (2).

Les eaux du *lac des Tallières* contribuent à former la source de la Reuse ; l'eau met 12 heures pour parcourir la distance qui sépare cette source de l'entonnoir du Moulin-du-Lac (3).

L'entonnoir du *lac Genin* débouche, à 5 kilom. de là, dans la grotte de Charix (4).

Celui du *lac d'Armaille* aboutit à la source du Loup ou d'Errefontaine, située à 600 mètres environ et à 24 mètres de différence d'altitude; source utilisée par la ville de Belley pour son alimentation (5).

Le *lac de Sylans* est, comme on sait, l'origine de la Doye, source jaillissant à 1 kil. du lac, au pied d'un barrage, et qui se jette dans le Merloz, affluent du lac de Nantua; les *lacs des Hôpitaux*, placés dans des conditions analogues à celles des deux lacs précédents, se comportent probablement de même pour donner naissance au Furans.

Les orifices de sortie des lacs suivants sont hypothétiques.

Le *lac Malpas* forme probablement la source très voisine, origine du ruisseau du Saut, affluent du Doubs ; celui d'*Ambléon*, la source du Sétrin (affluent du Gland), située à 1 kilom. du lac,

---

tonnoirs de Bon Port et de Rocheray, ont donné des résultats tout-à-fait confirmatifs ; voy *Soc. vaud.*, 24 janvier 1894; *Arch. de Genève*, 15 mars 1894, p, 311.

(1) Ogérien, *op. cit.;* Rousset, etc.

(2) Désiré Monnier ; de Moyriat ; H. Raverat, les *Vallées du Bugey*, 1867, pp. 171, 172 et 180, et *Géographie de l'Ain* (Soc. de géographie, p. 212).

(3) Recherches de Desor et expériences de M. Jaccard, du 20 novembre 1884. (*Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. XV, 1887).

(4) Benoit. *Carte géologique* au 1/80.000e, feuille de *Nantua ;* légende.

(5) On me permettra de rappeler à ce propos l'œuvre de mon père, M. Cl. Magnin, qui a doté la ville de Belley d'eaux alors abondantes et salubres, après de longues recherches et un travail excessif aux fatigues duquel il a succombé prématurément (mai 1866).

mais à 250 mètres plus bas; les eaux des lacs du *Vernois* et du *Fioget* se rendent probablement, comme celles de Narlay, au lac de Chalin (1); les entonnoirs du lac du *Boulu* aboutiraient dans la vallée du Flumen, à 8 kilom., au lieu dit Sous-la-Patinerie (2); ceux des lacs de Bellefontaine et des Mortes, à 7 kilom. environ au sud, à la Doye-Gabet (3), — près Morez (4); ceux d'*Etival*, dans la vallée du Drouvenant (5); ceux du *Fort-du-Plâne*, dans la vallée de la Laime; des *Brenets*, dans la vallée de la Bienne; enfin les entonnoirs du lac d'*Onoz* vont former, dans la vallée de l'Ain, des sources situées à 1 kilom. 1/2 au-dessus de Brillat, et ceux du lac de *Viremont*, les sources de Legna ou d'Agea, distantes environ de 2 kilomètres.

On remarquera que la loi de Belgrand et la remarque de Lamairesse se vérifient nettement pour les lacs de l'Abbaye, de Joux, Brenet, des Tallières, Genin, du Boulu, des Mortes et Bellefontaine, d'Etival, des Brenets et pour les sources qui en proviennent.

Mais ces sources vauclusiennes ne reçoivent pas seulement les eaux provenant d'un entonnoir ou d'un lac; elles doivent, dans certains cas du moins, être alimentées aussi, comme l'a indiqué M. Jaccard (6), par l'eau accumulée dans des cavités souterraines, cavités si caractéristiques de nos grands massifs du calcaire jurassique supérieur, et servant véritablement de réservoirs régulateurs.

---

(1) Pour la décharge du lac du Vernois, Lamairesse dit (p. 96), qu'elle est inconnue, et deux pages plus loin, qu'elle se rend au lac de Chalin.

(2) Renseignements locaux.

(3) Il est certainement inutile de rappeler que les termes *Doye*, *Doie*, *Duye*, *Dhuys*, etc., désignent une source, ordinairement vauclusienne.

(4) Lamairesse, p. 120, dit, par erreur, que le lac des Mortes s'écoule dans celui de Bellefontaine; c'est le contraire qui a lieu.

(5) Lamairesse, p. 102; mais c'est à tort qu'il donne aux eaux du lac de la Censière la même destination.

(6) *Soc. des Sc. nat. de Neuchâtel*, 1887, t. XV.

Note O.

Situation et origine des lacs.

L'*assiette géologique* des lacs du Jura est constituée le plus souvent par des marnes néocomiennes ou oxfordiennes, ou bien par des terrains de transport, alluvions glaciaires notamment, recouvrant les roches fissurées de l'infracrétacique, du jurassique supérieur ou plus rarement du jurassique inférieur.

La nature du sous-sol des lacs permet du reste de les réunir en groupes qui concordent assez exactement avec les divisions naturelles du Jura. Dans la partie septentrionale et orientale, sur le troisième plateau, les lacs des groupes 1, 1 bis, 3, 5, 6, et 7, c'est-à-dire Joux Brenet, Ter, Boulu, Tallières, Saint-Point, Remoray, Malpas, Trouillot, et les lacs du Grandvaux, reposent tous dans des combes *néocomiennes* (valanginien, néocomien et urgonien) ; il n'y a d'exception que pour les lacs des Mortes et de Bellefontaine, situés dans une combe *oxfordienne*. Les lacs du deuxième plateau sont placés les uns, en général les plus orientaux (Narlay, Maclus, Ilay, Etival, Viry, Genin, Sylans), dans des combes de même nature que pour les précédents ; les autres, les plus occidentaux (Fioget, Vernois, Fauge, Censière, Crenans, Antre, Martigna, Val-Dessus, Chalin, Clairvaux, Onoz, Viremont, Nantua), sur les marnes de l'*oxfordien* ; il faut excepter les lacs de Bonlieu et Val-Dessous, placés sur le jurassique supérieur. Les terrains *jurassiques supérieurs*, plus ou moins recouverts par des alluvions glaciaires, caractérisent au contraire le sous-sol des lacs du *Bugey méridional* (bassin de Belley, lacs de Chavoley, Bartherand, Bar, Chailloux, Armaille, Conzieu, Pluvis), à l'exception cependant des lacs d'Ambléon (sur les marnes de l'hauterivien), des Hôpitaux, de Crotel, de Virieu, de Pugieu et de Morgnieu (sur l'oxfordien), d'Arboréiaz (sur le bathonien). Enfin les lacs *savoisiens* de Saint-Jean-de-Chevelu, d'Aiguebelette et du Bourget paraissent être surtout en rapport avec la *molasse helvétienne*

---

(1) Falsan, *op. cit.*, p. 167.

et les alluvions glaciaires tapissant des dépressions du crétacique inférieur.

Le fond du lac ne repose pas toujours directement sur la roche même formant la dépression naturelle dans laquelle il a pris naissance, mais fréquemment sur des terrains de transport, alluvions anciennes ou glaciaires, dont on examinera plus loin le rôle dans l'origine des lacs ; cette particularité s'observe principalement dans les lacs de la région de Grandvaux et du bassin de Belley, régions qui ont été particulièrement soumises à l'action des glaciers. La surface même du plafond du lac est du reste formée ordinairement par une couche plus ou moins épaisse de *vase* ou *limon*, résultant de la précipitation des matériaux apportés par les affluents ou provenant de l'érosion des bords, etc., limon pouvant ainsi différer notablement du sous-sol par sa nature et sa composition, ainsi qu'on l'a vu à propos des propriétés physiques et chimiques des eaux et des vases. (Voy. Note L).

Origine. — La nature géologique des cuvettes dans lesquelles les lacs se sont formés nous amène à examiner l'importante mais difficile question de leur *origine* et des *causes de leur formation*; mon incompétence m'interdissant de donner des conclusions trop affirmatives, je me bornerai à résumer les explications qui m'ont été obligeamment fournies par les géologues dont j'ai cité plus haut les noms et qui ont ainsi heureusement complété les quelques observations que j'ai pu faire sur place et les renseignements que j'ai trouvés dans la littérature géologique du Jura.

Une des premières classifications proposées, celle de Desor, admettait, pour les lacs suisses du moins, une origine principalement *orographique* et distinguait les lacs de *vallons* et de *combes*, placés dans un synclinal ou une fracture longitudinale et les lacs de *cluses*, situés dans une vallée transversale : les lacs du Jura se laissent facilement répartir dans ces diverses catégories. Mais l'origine des lacs est plus complexe et les causes de leur formation sont ordinairement très diverses : les *érosions* et les *barrages* notamment jouent un grand rôle dans la formation des cuvettes lacustres. La classification proposée

récemment par M. Forel (1) tient compte de tous ces facteurs; mais on doit la modifier, pour notre région, en réduisant ses nombreuses catégories aux causes seules qui ont pu intervenir dans la formation des lacs du Jura (2). De plus, comme les phénomènes d'érosion et de barrages sont toujours survenus, dans le Jura du moins, dans des dépressions orographiques, nous croyons devoir transporter de suite ces catégories dans la classe des *lacs mixtes*; on obtient ainsi la classification suivante :

A. Lacs simples.

I. — **Lacs orographiques** (ou *tectoniques*), dus à la présence (seule) d'un plissement, d'une rupture longitudinale, d'un effondrement ou d'un affaissement, etc.

1° *Lacs de combe*, placés dans un vallon longitudinal d'origine variable

a. *Synclinale :* plissement concave des couches géologiques ;

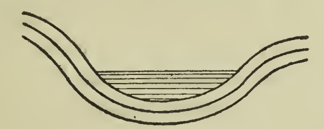


Fig. 15.
Combe synclinale.

b. *Anticlinale :* rupture longitudinale d'une voûte ;

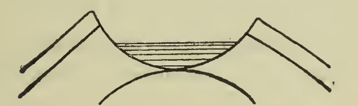
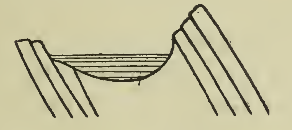


Fig. 16.
Combe anticlinale.

c. *Isoclinale :* rupture sur les flancs d'une voûte ou au sommet d'une voûte fortement déjetée.



Fig, 17.
Combe isoclinale.

2° *Lacs d'effondrement*, par éboulement des voûtes d'une cavité souterraine.

---

(1) Forel, *Le Léman*, 1892, t. I, p. 200.

(2) Il est évidemment inutile de rappeler, à propos d'une étude sur les lacs jurassiens, les causes de formation telles que l'érosion par le vent, les cratères volcaniques, les barrages par coulée de lave, corps d'un glacier, etc., et leurs diverses combinaisons.

3° *Lacs d'affaissement* ou de soulèvements [locaux ou généraux d'une région, failles, etc.

B. Lacs mixtes ou de barrages.

II. — Dépressions orographiques barrées ;

4° *Combes* (synclinale, anticlinale, isoclinale) barrées par :

a. Eboulement de montagnes ;

b. Moraine latérale ou terminale d'un glacier ;

c. Alluvions d'un affluent latéral.

5° *Lacs de failles*, barrées.

III. — Vallées d'érosions (*a* par l'eau ; *b* par les glaciers), barrées :

6° *Lacs de cluses*, vallées ou [ruptures transversales agrandies par l'érosion et barrées par des alluvions ou des éboulements :

7° *Cuvettes glacières*, complétées par barrages alluviens ou morainiques.

Parmi les lacs qui paraissent purement *orographiques*, on peut citer :

1° Des *lacs de combes :* Brenets, Malpas, Trouillot, Ter, Ambléon, etc., dans *synclinal* néocomien; Fioget, Vernois, dans *anticlinal* oxfordien ; Etival, Genin, dans *isoclinal* néocomien ; Onoz, Censière, Antre, dans *isoclinal oxfordien.* Dans la plupart des lacs de combes, la dépression est barrée naturellement par la conjonction des deux chaînons anticlinaux qui l'ont formée ; le fond du lac affecte donc une forme en *fond de bateau* plus ou moins allongé ; l'*érosion* par l'eau ou les glaciers a dû aussi intervenir, dans la plupart, pour creuser plus profondément encore la cuvette primitive, ainsi que les *écoulements souterrains* ayant entraîné une partie des matériaux meubles par les *fissures* ou entonnoirs, existant encore dans beaucoup de lacs, comblés actuellement chez d'autres par des éboulements, des dépôts torrentiels, etc.

2° Des lacs d'*effondrement* représentés, avec doute, par le lac des Tallières, dont l'origine serait historique (1), et par ceux du Vernois, d'Ambléon, de Chavoley, dont l'origine est

---

(1) Le lac de Tallières se serait formé entre les années 1487 et 1515 (et non pas en 1356 comme le dit Ebel), par effondrement du sol couvert de forêt ; M. Jaccard lui attribue une origine artificielle : « Un barrage établi au-devant d'un emposieux, afin de régulariser le débit de l'eau et de l'utiliser comme force motrice, a donné naissance au réservoir connu sous le nom de lac des Tallières ». *Mémoire explicatif* accompagnant la feuille 11 de la carte géologique suisse, p. 285.

encore moins certaine (1) ; pour ces derniers, l'érosion a dû jouer un rôle dans leur formation (2).

3° Des lacs en rapport avec une *faille* et pouvant être placés dans la section des lacs par *affaissement :* Narlay, Maclus, Ilay, Bonlieu, la Fauge, Crenans, Viremont, Crotel ; ces lacs ont souvent une profondeur relativement grande par rapport à leur faible dimension en surface : par exemple Narlay, Ilay, Bar.

Les lacs mixtes, ou avec barrage, comprennent :

4° Des *combes barrées*, — combes *synclinales* barrées par un éboulement (lac de Sylans), par des alluvions, pour les lacs des Rousses et Joux, Remoray et Saint-Point, Clairvaux, Bourget ; Rousses-Joux-Brenet appartiennent à un ancien lac de plus en plus réduit par les alluvions ou la tourbe et dont les trois lacs actuels ont été séparés par des alluvions torrentielles ou glaciaires (avec seuil rocheux entre Joux et Brenet) ; il en est de même pour le bassin de Remoray-Saint-Point, qui comprenait autrefois le lac, aujourd'hui desséché, d'Oye-la-Cluse, et dont la séparation est aussi due à des alluvions (affluent latéral) et des dépôts glaciaires ; — combes *anticlinales* pour les lacs des Mortes et de Bellefontaine, de Martigna (anticlinal oxfordien avec alluvions glaciaires) ; — combes *isoclinales* pour Boulu, Etival, Viry, etc. (isoclinal néocomien avec alluvions glaciaires) ;

5° Des *failles barrées,* à Virieu, Bar, Conzieu, avec érosion et boue glaciaire ;

6° Des *cluses* barrées par des alluvions glaciaires, ou des moraines, pour les lacs du Val, de Chambly, de Chalin, Nantua, Pugieu, Pluvis ; par des éboulis, pour les lacs des Hôpitaux.

7° Des *cuvettes glaciaires* plus ou moins complétées par des barrages alluviens ou morainiques, pour les lacs d'Armaille, d'Arboréiaz, de Bartherand et de Mornieu, déjà placés dans de petites dépressions isoclinales, et pour les lacs des bassins de Grandvaux, Foncine, Rouges-Truites, Fort-du-Plasne, Abbaye,

---

(1) Dans ces lacs (Tallières, Vernois, Ambléon), on trouve ordinairement des arbres dont l'essence a quelquefois disparu de la localité, comme les sapins pour le lac d'Ambléon.

(2) Voy. Falsan, la *Période glaciaire*, 1889, p. 157 ; mais pour M. Delebecque les lacs de Chavoley et d'Ambléon paraissent être des lacs d'effondrement. (*Arch. des sc. phys.*, mai 1892).

Perrets, Brenets, placés aussi dans des isoclinaux néocomiens.

On remarquera que plusieurs des lacs rapportés à l'une des dernières sections auraient pu être placés dans un autre groupe : répétons que leur origine est complexe et qu'il est difficile de faire la part de chacun des facteurs qui ont dû intervenir dans leur formation; cette observation s'applique surtout au rôle des glaciers. La période glaciaire a laissé de nombreuses traces dans le Jura oriental et méridional, précisément dans la région lacustre ; mais quelle a été la part des glaciers dans la formation des lacs ? ont-ils simplement contribué à leur *conservation* en comblant momentanément des dépressions creusées antérieurement à l'extension glaciaire, et en empêchant ainsi leur remplissage par des matériaux solides, suivant l'opinion de Desor, Favre, Studer, Ch. Martins, Heim ? Leur action a-t-elle été *directe*, en creusant les lacs de toutes pièces, par leur force d'*érosion* (théorie des *excavationistes*, Ramsay, Tyndall, Geikie, Penck, etc.) (1), ou bien en déblayant d'anciennes cuvettes comblées par des alluvions antérieures (théorie de l'*affouillement* glaciaire, de G. de Mortillet et Gastaldi), enfin en *barrant* des vallées ou des dépressions orographiques par leurs moraines terminales ou transversales (lacs morainiques) ?

Il nous semble que le rôle des glaciers a dû être différent suivant les lieux, la nature du sol, l'importance des bassins dont on examine l'origine ; si, par exemple, les glaciers n'ont pu creuser des dépressions considérables, comme les grands lacs de la Suisse, les antiexcavationistes admettent eux-mêmes la possibilité de cette action dans la formation de petites cuvettes, de petits étangs (2), comme le sont beaucoup de nos lacs du Jura, notamment ceux du bassin de Belley : c'est l'opinion de M. Falsan, qui attribue, au moins en grande partie, à l'*érosion glaciaire*, le creusement des 25 petits lacs qui apparaissent à toutes les hauteurs dans le cirque de Belley ; on doit admettre

---

(1) Voy. pour la discussion des théories excavationiste et antiexcavationiste : Falsan, *La Période glaciaire*, p. 132 à 169; Forel, *Le Léman*, p. 201-231 ; toutes les opinions y sont bien exposées.

(2) Forel, *Le Léman*, p. 217.

aussi l'intervention de la *boue glaciaire* qui a rendu imperméables ces cuvettes situées sur les couches fissurées du jurassique supérieur et la formation de *bourrelets glaciaires* complétant la cuvette et pouvant lui donner les allures d'un lac morainique (1)?

L'érosion par les eaux et les glaciers, les barrages morainiques, etc., ont été aussi invoqués (sous le nom d'*actions diluviennes*) par le frère Ogérien pour l'explication de la formation des principaux lacs du département du Jura (2); les glaciers ont envahi, du reste, une grande partie de cette région, et la limite occidentale de leur action, ou plutôt de leurs traces, est une ligne qui passe par Nantua, Oyonnax, Dortan, Champagnole, Nozeroy, Bonnevaux, Pontarlier, c'est-à-dire qui englobe à peu près le Jura lacustre.

D'autres causes limnogéniques demanderaient quelques mots d'explication : les mouvements de *soulèvement et d'affaissement* locaux manifestés par les *failles courbes* décrites par M. M. Bertrand et peut-être par les *bassins fermés* de Lamairesse (3); les mouvements généraux dus au soulèvement des chaînes extérieures (Jura) et à l'enfoncement des chaînes intérieures (Alpes) « qui ont rendu stagnante l'eau qui coulait autrefois sur le plafond d'une vallée, » d'après Heim, Forel, etc. (4); mais l'espace nous manque pour examiner l'intervention de ces derniers facteurs dans le Jura lacustre.

Cependant, à propos des bassins fermés, si nombreux dans le Jura, on ne doit pas oublier une cause singulière de formation des lacs, résidant dans la possibilité de l'obstruction des entonnoirs qui servent à l'écoulement des eaux : si ces entonnoirs viennent, en effet, à se boucher, le bassin se remplira et donnera naissance à un lac, comme je l'ai déjà expliqué dans la note N précédente, à propos du plafond resté si tourmenté des lacs de Joux et d'Ilay.

---

(1) FALSAN, *La Période glaciaire*, p. 156 et 167. Ce rôle variable du phénomène glaciaire est aussi admis par M. de LAPPARENT (*Traité de géologie*, p. 284).

(2) OGÉRIEN, *Hist. nat. du Jura*, t. I, p. 408, 424 et 425.

(3) Voy. *Op. cit.*, plus haut.

(4) *Op. cit.*, p. 206, 207 et seq.

Une dernière particularité à signaler au point de vue de l'origine des lacs du Jura est la formation de lacs au milieu des *tourbières*, dont l'origine reconnaît, du reste, les mêmes causes que les lacs ordinaires; ces lacs de tourbières, ordinairement peu profonds, sont situés au milieu de prairies mouvantes, dont les bords reposent souvent, au moins en partie, directement sur l'eau; telles sont les tourbières de la Rivière, les lacs des Tallières de Foncine, des Rouges-Truites, Malpas, Trouillot, Rousses, Mortes, Bellefontaine, Brenet, Perrets, Censière, Fauge, Crenans, Maclus, Onoz, Viry, Crotel, Pluvis, Saint-Jean-de Chevelu, etc. (1); la plupart de ces lacs se réduisent de plus en plus par l'extension des prairies flottantes qui les entourent, de même que les lacs stagnants, à bords marécageux, se transforment plus ou moins rapidement en marais par l'envahissement progressif de la végétation littorale (2).

Les lacs sont, du reste, comme je l'ai dit plus haut (p. 30), des accidents temporaires de la topographie d'une contrée (3); ils sont destinés à disparaître tôt ou tard, comblés par les éboulis, les apports réguliers ou torrentiels des affluents, les débris accumulés d'une végétation qui est souvent fort active : déjà un certain nombre de lacs ont disparu, depuis la période historique, dans les Pyrénées et au pourtour des Alpes (4). J'ai déjà cité, pour le Jura, des lacs qui sont manifestement en voie de disparition actuelle; ce sont ceux notamment qu'envahissent la tourbe ou les plantes de marais (*Carex*, Laiches), ou les plantes lacustres (*Potamogiton*, *Chara*) formant de véritables forêts ou prairies sous-lacustres : par exemple, les lacs de

---

(1) Pour les conditions de formation des tourbières dans le Jura, voy. LESQUEREUX, *Rech. sur les marais tourbeux*, 1844 ; CH. MARTINS, *Obs. sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois*, etc., 1871 ; RÉSAL, *Notice sur les tourbières supra-aquatiques du Haut-Jura*, 1872 ; ANT. MAGNIN, *Etude sur la flore des marais tourbeux*, 1874; BOURGEAT, *Tourbières du Jura*, 1885.

(2) Cf. Classification des lacs d'après leur âge par M. FOREL. (Note C.)

(3) « Les lacs sont une phase transitoire, passagère, dans l'histoire d'une vallée ; formés par arrêt de l'eau, barrés par une digue, ils ne tardent pas à être comblés par l'alluvion. » (HEIM cité par Forel.)

(4) Voyez plus haut, p. 30.

Lhuis (étang de Millieu), d'Andert (étang du Loup), de Cressin, de Crotel, etc.; je rappellerai encore la diminution notable d'étendue observée depuis le commencement de ce siècle dans les lacs de Bouverans, des Tallières, de Crenans, du Fioget, des deux Maclus; pour ces derniers, particulièrement, Résal avait déjà constaté, en 1872, une diminution sensible de leur largeur survenue depuis trente ans seulement. Quant au comblement par les alluvions, il ne peut se produire rapidement que dans les lacs ayant des affluents d'une certaine importance : M. Falsan remarque donc avec raison que, si les lacs du bassin de Belley ont persisté jusqu'à présent, malgré leur petitesse, c'est qu'ils ne se trouvent pas sur le trajet d'une rivière (1); on peut faire la même observation pour les petits lacs du bassin de Grandvaux.

---

(1) Falsan, *La Période glaciaire,* p. 167.

ÉNUMÉRATION ALPHABÉTIQUE ET SYNONYMIQUE DES LACS DU JURA

avec l'indication des groupes figurés sur la carte 5 (page 40) auxquels ils se rapportent.

Abbaye (Lac de l'), ou de *Grandvaux*, de la *Grande-Rivière*, commune de Rivière-Devant (Jura) ; groupe 7.

Aiguebelette (d'), communes d'Aiguebelette, Lépin et Saint-Albans-de-Montbel (Savoie); gr. 23.

Ambléon (d'), commune d'Ambléon (Ain); gr. 17.

Andert (d') ou *Etang du Loup*, commune d'Andert (Ain); groupe entre 19 et 20.

Antre (d'), commune de Villar-d'Héria (Jura) ; gr. 10.

Arboréiaz (d') ou de *Collomieu*, communes de Saint-Germain-les-Paroisses et de Collomieu (Ain); pron. *Arboyà* ; gr. 20.

Armaille (d'), commune de Saint-Germain-les-Paroisses (Ain) gr. 20

Assencière (de l'), voy. Censière (la).

Bar (de) ou de *Barque*, commune de Massignieu-de-Rives (Ain) ; gr. 19.

Bartherand (lac), ou *Barterand* (de), *Bertrand*, *Cressin* (de), *Saint-Champ* (de), commune de Pollieu (Ain) ; gr. 19.

Bellefontaine (de), commune de Bellefontaine (Jura); gr. 2.

Bez (des), voy. Perrets.

Bief (Petit lac du), à l'extrémité supérieure du lac de Sylans.

Bonlieu (de), commune de Bonlieu, anciennem. des Petites-Chiettes (Jura) ; gr. 8.

Boulu (du) ou de la *Combe-du-Lac*, commune de Lamoura (Jura) ; gr. 1 *bis*.

Bourget (du), département de la Savoie ; gr. 24.

Bouverans (de), commune de Bouverans (Doubs) ; lac temporaire ; au nord du gr. 5.

Brenet (lac), canton de Vaud (Suisse), anciennement *Brunet* ; groupe 1.

Brenets (des), voy. Chaillexon.

Brenets (des), ou *Sous-la-Roche*, commune de Grande-Rivière (Jura) ; gr. 7.

Burbanche (de la), lac Collet, commune de la Burbanche (Ain) ; gr. 16; voy. aussi lac des Hôpitaux.

Censière (de la), ou de l'*Assencière*, commune de Meussia (Jura) ; gr. 9.

Chaillexon (de) — prononcez *Chaye-sson*, — ou des *Brenets*, ou *bassins du Doubs, bassin des Brenets*, *bassin de Chaillexon*, (Doubs et Suisse) ; gr. 4.

Chailloux (de), commune de Contrevoz (prononcez *Contrève*), (Ain); gr. 20.

Chalin (de) ou de *Chalain*, de *Marigny*, commune de Fontenu (Jura) ; gr. 11.

Chambly (de), ou de *Doucier*, ou

Lac-Dessous, commune de Doucier (Jura) ; gr. 11.
Chanon (du), voy. Martigna.
Chavoley (de), commune de Ceyzérieu (Ain) ; gr. 19.
Clairvaux (de), Petit et Grand, commune de Clairvaux (Jura) ; gr. 12.
Collomieu (de), voy. Arboréiaz.
Combe-du-Lac (de la), voy. Boulu.
Conzieu (de), trois lacs, commune de Conzieu (Ain) ; gr. 20.
Crenans (de), commune de Crenans (Jura); gr. 10.
Cressieu (de), commune de Chazéy-Bons (Ain) ; marais dans gr. 19.
Cressin (de), voy. Bartherand.
Crotel (de), commune de Groslée (Ain); gr. 17.
Crozets (des), étang de la *Sauge*, commune des Crozets (Jura); gr. entre 9-10 ; et un lac temporaire, apparaissant un peu plus au nord (Lamairesse, *op. cit.* p. 93).
Dame (de la), voy. Foncine.
Damvautier, ancien nom du lac de Saint-Point.
Doucier (de), voy. Chambly.
Eaux-Noires (des), voy. Hôpitaux.
Etallières (d'), voy. Tallières.
Etival (d') ou de *Ronchaux*, petit et grand ; commune d'Etival (Jura) ; gr. 9.
Fauge (de la), commune d'Etival (Jura) ; gr. 9.
Fioget (du), anciennement *Fiogeay*, commune de Chatelneuf (Jura) ; gr. 8.
Foncine-le-Bas (de), ou de la *Dame*, de *Fumey*, commune de Foncine-le-Bas (Jura) ; gr. 6.
Fort-du-Plâne (de), anciennement *Four-du-Plasne*, commune de Fort-du-Plasne (Jura) ; gr. 6.
Fumey (de), voy. Foncine.
Genin (lac), communes d'Oyonnax, d'Echallon et de Charix (Ain) ; gr. 14.
Grande-Rivière (de la), voy. Abbaye.
Grand-Saz (du), ou du *Grinsard*, commune de Servin (Doubs).
Grandvaux (de), voy. Abbaye.
Hôpitaux (des), et des Eaux-Noires, lac *Varnery*, commune de la Burbanche (Ain) ; gr. 16.
Ilay (d'), ou de la *Motte*, (patois : *Nilay*, *Nillay*), commune de Frânois (Jura) ; gr. 8.
Joux (de), canton de Vaud (Suisse) ; gr. 1.
Lac-Dessous, voy. Chambly.
Lac-Dessus, voy. Val (du).
Lautel (lac) ou *Lauste*, *Lhauste*, *Laustel* (pron. *Lautel*), *Rattet* (du) ou *Rotay*, communes de la Chaux-du-Dombief et de Saint-Pierre (Jura); gr. entre 6 et 7. Cf. Lavitel, Laytel, Lauvitel, dans les Alpes.
Lavissel, voy. Vissel (lac).
Laytel, nom patois du lac *Ter* ; cf. Lautel.
Lhuis (de), ou de *Millieu*, commune de Lhuis (Ain); étang au sud du gr. 17.
Lisseau (du), voy. Trouillot.
Loup (étang du), voy. Andert.
Maclus (lac), grand et petit, ou *Maclu*, anciennement *Malcleux*, commune de Frânois (Jura) ; gr. 8.
Malpas (lac), commune de Malpas (Doubs) ; gr. 5.
Marigny (de), voy. Chalin.
Martigna (de), ou du *Chanon*, commune de Martigna (Jura) ; gr. 10.
Millieu (de), voy. Lhuis.
Mornieu (de) ou *Morgnieu*, commune de Ceyzérieu (Ain) ; gr. 19.

Mortes (des), communes de Chapelle-des-Bois (Doubs) et Bellefontaine (Jura) ; gr. 2.
Motte (de la), voy. Ilay.
Nantua (de), commune de Nantua, (Ain) ; gr. 15.
Narlay (de), commune de Frânois (Jura) ; gr. 8.
Nilay, voy. Ilay.
Onoz (d') commune d'Onoz (Jura) ; gr. 13.
Perrets (des) ou *Bez* (des), *Petit-Lac*, commune de Grande-Rivière (Jura) ; gr. 7.
Petit-Lac. voy. Perrets.
Pluvis (de),— pron. *Pluvy* —, commune d'Izieu (Ain) ; gr. 21.
Pont-d'Héry (lac de), lac temporaire du Jura (voy. Lamairesse, *op. cit.* p. 35).
Pontets (des), voy. Trouillot (du).
Pugieu (de) et du Riondet, deux lacs, commune de Pugieu (Ain) ; gr. 18.
Quinzonnet, Quintenois, Quinconez, anciens noms du lac des Rousses.
Rattet, ou *Ratey*, voy. Lautel.
Remoray (de), commune de Remoray (Doubs) ; gr. 5.
Riondet, petit lac de Pugieu ; voy. Pugieu.
Rivière (de la), étang, commune de la Rivière (Doubs) ; à l'Ouest du groupe 5.
Rivière-Devant, voy. Abbaye.
Ronchaux (de), anc. *Ronchault*, voy. Etival.
Rotay (du) ou *Ratay*, voy. Lautel.
Rouges-Truites (des), commune des Rouges-Truites (Jura) ; gr. 6.
Rousses (des), ancien. *Quinzonnet*, *Quintenois*, etc., commune des Rousses (Jura) ; gr. 1.
Saint-Champ (de), voy. Bartherand.
Saint-Jean-de-Chevelu (de), deux lacs sur cette commune (Savoie); gr. 22.
Saint-Point (de), anc. *Damvautier*, communes de Saint-Point et des Grangettes (Doubs) ; gr. 5.
Satirnay, voy. Ambléon.
Sauge (de la), voy. Crozets.
Sous-la-Roche, voy. Brenets (des).
Sylans (de), *Silans*, *Silan*, commune du Poizat (Ain) ; gr. 15.
Tallières (des) ou d'*Etallières*, commune de la Brévine, canton de Neuchâtel (Suisse) ; gr. 3.
Ter (lac), patois *Laytel* = petit lac, commune du Lieu, canton de Vaud (Suisse) ; gr. 1.
Trouillot (du), ou du *Lisseau*, de *Lulseau*; commune des Pontets (Doubs) ; gr. 5.
Val (du) ou *Lac-Dessus*, communes de Doucier et Ménétrux-en-Joux (Jura) ; gr. 11.
Vernois (du), commune de Frânois (Jura) ; gr. 8.
Viremont (de), commune de Viremont (Jura) ; gr. 13.
Virieu (de), commune de Virieu-le-Grand (Ain) ; gr. 18.
Viry (de), commune de Viry (Jura) ; gr. 14.
Vissel (lac), ancienne cavité, aujourd'hui comblée, près du lac de Nantua.

(Mémoires : p. 357)

TABLE DES MATIÈRES

ERRATA

(Sur la carte du lac de Saint-Point, pp. 12-13, changer *moitié méridionale* en *moitié septentrionale* et *vice versâ*).

Aux tableaux des lacs, pp. 43 à 47, ajoutez :

Lac de Millieu : Prof. 3^m (= 68^e) ; — Superf. 7^h ; Long. 0.600 (37e) ; — Alt. 400^m (47e).

Lac de Ratay : Prof. 6^m (= 57^e) ; — Superf. 1^h 1/2 ; Long. 0.220 (58e) ; — Alt. 855^m (18e).

Corrigez : p. 46, n° 24, Chavoley 14^h ; — n° 32, Bar 6^h ; — n° 33, Antre 6^h 1/2 ; — n° 40, Mornieu 6^h.

Besançon. Imprimerie Dodivers